This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

QC
901
S8

UC-NRLF
$B 24 415

YC 11121

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
RECEIVED BY EXCHANGE
Class

Vergleichende Temperaturmessungen zu Marburg a. d. L. und seine barometrische Meereshöhe.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität Marburg

vorgelegt von

Arnold Stützer
aus Heyerode (Ober-Eichsfeld)

Marburg.
R. Friedrich's Universitäts-Buchdruckerei, Inhaber Karl Gleiser
1906.

2C761
S8

Von der Fakultät als Dissertation angenommen
am 20. Februar 1906.

Referenten: Professor Dr. F. Richarz
und Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Th. Fischer.

Gewidmet

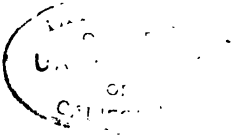
seinen lieben Eltern

in dankbarer Verehrung

und

seinem lieben Bruder Franz

in treuem Gedenken.



186976

I.

Vergleichende Temperaturmessungen zu Marburg a. d. Lahn.

Inhaltsverzeichnis.

A. Vorbemerkungen.

Seite.

I. Einleitung 9
II. Ausrüstung und Lage der Stationen 11
III. Dauer der Beobachtungen 13
IV. Ausführung der Beobachtungen 14

B. Auswertung des Registriermateriales.

V. Auswertbares Material 15
VI. Korrektionen 16
VII. Vorteilhafte Benutzung der Registrierbogen und Besprechung eines Bogens (Tabelle I.) 18

C. Resultate.

VIII. Monatsmittel, Jahresmittel, Jahresschwankung etc. (Tab. II. a. b.) 19
IX. Korrektionen der aus $\frac{7^h_a + 2^h_p + 9^h_p + 9^h_p}{4}$ gebildeten Monatsmittel (Tabelle III, Tafel A) 21
X. Monatsstundenmittel (Tabelle IV u. V, Tafeln B. u. C.) . . 23
XI. Periodische Tages-Amplitude (Differenz der Monatsstundenmittel-Extreme, Tabelle VI, Tafel D.) 26
XII. Aperiodische Tages-Amplitude (Unterschied der mittleren Minima und Maxima des Monates, Tabelle VII., Tafel E.) . . 28
XIII. Unperiodische Monatsschwankung (Differenz zwischen der höchsten und tiefsten innerhalb eines Monates beobachteten Temperatur, Tabelle VIII.) 29
XIV. Sommer-, Frost-, Eis-Tage (Tabelle IX.) 30
XV. Temperatursprünge (Tabelle X.) 31
XVI. Vertikaler Temperatur-Gradient 32
XVII. Schluss 34

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

A Vorbemerkungen.

I. Einleitung.

Obwohl die hiesige Meteorologische Station II. Ordnung im (Mathematisch)-Physikalischen Institute (vulgo: „Sternwarte") erst im Jahre 1865 von dem damaligen Direktor Professor Dr. Melde begründet wurde, (die Beobachtungen begannen mit dem 1. Januar 1866), so gehen dennoch regelmässige Thermometerbeobachtungen von Marburg bis auf das Jahr 1817 zurück. In der Hauptsache wurden diese Beobachtungen von Meldes Vorgänger Professor Gerling[1]) und nach ihm von dem Gymnasial-Professor Karl Reinhard Ritter[2]) angestellt. Ersterer, der diese Beobachtungen zu einer genauen Bestimmung der Meereshöhe von Marburg benötigte, weist in seiner im Jahre 1829 erschienenen Arbeit auf die Schwierigkeit einer einwandsfreien Bestimmung der mittleren Lufttemperatur von Marburg mit den Worten hin: „Es ist hier in Marburg wohl mehr als an vielen anderen Orten eine missliche Sache um eine genaue Angabe der mittleren Lufttemperatur, da die Stadt nicht nur, in Rücksicht der Höhe, Unterschiede von ungefähr 300 Fuss darbietet, sondern auch

1) Die Höhe Marburgs über dem Meere aus Barometer-Beobachtungen berechnet von Dr. Christian Ludwig Gerling. Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. Marburg 1829, II. Band, 4. Heft.

2) K. R. Ritter, Die mittlere Temperatur Marburgs, aus dreissigjähriger Beobachtung der täglichen Temperaturextreme bestimmt. Glückwunsch des Gymnasiums zu Marburg zu der 300jährigen Jubelfeier des Gymnasiums zu Hersfeld. Marburg, 2. Juli 1870.

den Schlossberg im Sinne des Azimuths in einem Bogen von ungefähr 270° von Nord durch Ost und Süd nach West umspannt, wodurch also notwendig bedeutende Temperaturdifferenzen entstehen müssen, so dass Angaben verschiedener guter und gut aufgehängter Thermometer unmöglich genau harmonieren können." „Bei dieser eigentümlichen Lage von Marburg (wie Dr. Adolf Linz, auf die von Gerling so trefflich geschilderte Lage Marburgs näher eingehend, in seiner im Jahre 1886 erschienenen Arbeit[1]) bereits hervorhebt) dürfte es vielleicht von Interesse und nicht ohne Erfolg sein, an verschiedenen, sowohl hinsichtlich der Höhe als auch der Himmelsgegend, womöglich diametral gegenüberliegenden Punkten der Stadt Beobachtungen über Temperatur, Windrichtung und Niederschläge zu machen, um deren Verschiedenheit näher zu erfahren und zu erklären." Um nun diese Frage, an deren Beantwortung durch Vergleichung der meteorologischen Beobachtungen von Gipfelstationen mit ihren zugehörigen Tal- und Gehäng-Stationen in Mittel- und Hoch-Gebirgen bereits seit längerer Zeit gearbeitet wird, auch hier auf kleinem Raum ihrer Lösung näher zu bringen, begann Geheimrat Professor Th. Fischer im Winter 1894/95 die ersten Schritte zu tun, und seinen Bemühungen allein ist es zu verdanken, dass bereits am 1. Mai 1895 zu diesem Zwecke vier Stationen, nämlich die Talstationen Botanischer Garten und Villa Grosskopff (Südstation) und die Gehängstationen Villa Palermo und Villa Souchay, ausgerüstet mit den nötigen Instrumenten in Tätigkeit treten konnten, wozu alsdann auf Anregung des Professors Dr. Kremser noch eine fünfte am 1. Nov. 1895 trat, nämlich im Park des Geh. Med. Rat Prof. Dr. v. Behring auf der Höhe des Schlossberges. Die Ergebnisse der Niederschlagsmessungen an den einzelnen Stationen wurden bereits

1) Klimatische Verhältnisse von Marburg auf Grund 15jähriger Beobachtungen an der meteorologischen Station daselbst von Dr. Adolf Linz. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Marburg, Bd. 12, 1886—95. 1. Abhdg.

von Dr. Heinrich Lotz bearbeitet und veröffentlicht;[1]) es hat sich hier der Einfluss der Meereshöhe auf dem relativ kleinen Raume ganz merklich steigernd auf die Niederschlagsmengen geltend gemacht. Mit folgendem sollen nun auch die Temperaturbeobachtungen bearbeitet werden, nachdem das Kgl. preussische meteorologische Institut zu Berlin in einem an den derzeitigen Direktor des Physikalischen Instituts Prof. Dr. Franz Richarz gerichteten Schreiben diese Bearbeitung als wünschenswert bezeichnet hatte.

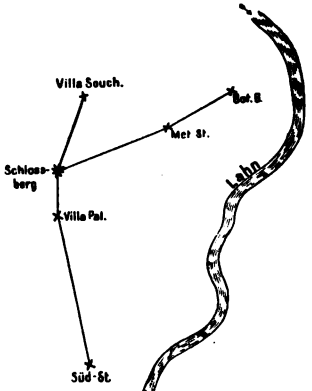
II. Ausrüstung und Lage der Stationen.

Da Lotz in der bereits erwähnten Arbeit eine ausführliche Beschreibung der Lage, (die noch durch eine beigegebene Karte und Photographien der einzelnen Stationen erweitert ist) und Ausrüstung der Stationen gegeben hat, so dürfte es sich wohl erübrigen, hierauf noch einmal ausführlich einzugehen, und wird eine ganz knappe Charakterisierung der einzelnen Stationen, soweit sie zum Verständnis des folgenden unbedingt nötig ist, genügen.

Sämtliche fünf Stationen waren ausgerüstet (abgesehen von den zur Bestimmung der Niederschlagsmengen nötigen Apparaten) mit je einem Thermographen von den Gebrüdern Richard (Paris) und einem Normalthermometer von Fuess (Berlin), die in englischen Schutzhütten untergebracht waren, dazu trat bei der Station Villa Souchay noch ein Aspirationsthermometer nach Assmann. Die Schutzhütten waren durchweg so aufgestellt, dass der für die Temperatur empfindliche Teil des Thermographen und die Quecksilberkugel des Normalthermometers sich 1,80 m von der Erde befanden. Von den Stationen bildeten, wie bereits hervorgehoben, Botanischer Garten und Südstation die Talstationen mit einer Meereshöhe von 178 bezw. 179 m in einem gegenseitigen Abstande von

1) Vergleichende Regenmessungen zu Marburg a. L. Inaugural-Dissertation von Heinrich Lotz. Marburg 1899. Oskar Ehrhardt's Buchdruckerei (Heinr. Bauer).

1,5 km, beide auf der rechten Seite der Lahn und ungefähr gleich weit von ihr entfernt. Wie schon die Bezeichnung „Südstation“ andeutet ist diese die südliche. Villa Palermo und Villa Souchay bilden die beiden Gehängstationen und zwar erstere die südliche mit einer Meereshöhe von 239,3 m und die letztere die nördliche 206,8 m hoch. Dazu kommt als fünfte Station die Gipfelstation auf dem Schlossberge in einer Meereshöhe von 290,4 m. Auch diese 3 Stationen liegen, wie überhaupt der grösste Teil von Marburg, auf der rechten Seite der Lahn. Da das Beobachtungsmaterial der hiesigen Meteorologischen Station im Physikalischen Institute (wenn auch nur mit Einschränkung) hier und da benutzt werden konnte, so kann diese als sechste Station hinzugerechnet werden. Das Thermometer ist hier in einer Meereshöhe von 239,2 m angebracht (vor 1890 hing es genau wie das Barometer (cf. II p. 63 d. vorl. Arbeit) eine Etage höher). Wegen ihrer ausgezeichneten Lage als Gehängstation zwischen den Stationen Botanischer Garten und Schlossberg, wie die folgende kleine Skizze, die der Karte aus der Lotz'schen Arbeit entnommen ist, zeigt, ist es ausserordentlich zu be-



dauern, dass hier kein Thermograph aufgestellt worden ist, noch dazu wo gerade hier die Kontrolle am leichtesten gewesen wäre infolge der dreimal täglichen Ablesungen und des dort tätigen Maximum-Minimum-Thermometers. Ausserdem hätte sich auch alsdann, worauf noch später eingegangen werden soll, die Reduktionsgrösse, welche dort an den Tagesmitteln (gebildet aus den dreimaligen Ablesungen) anzubringen ist, bestimmen lassen.

Wie bereits Lotz hervorhebt, wurde die Station Villa Souchay zur Hauptstation gemacht, weshalb ihr auch zur genaueren Bestimmung der Lufttemperatur das Assmann'sche Aspirationsthermometer beigegeben wurde. Weshalb jedoch gerade diese Station zur Hauptstation gemacht wurde, begründet Lotz nicht weiter. Es kann wohl nur der Umstand für die Wahl entscheidend gewesen sein, dass Lotz diese Station von seiner Wohnung der geringen Entfernung wegen am leichtesten erreichen und daher öfters kontrollieren konnte; denn die Villa Souchay ist (wie obige Skizze deutlich erkennen lässt) gerade die am wenigsten ausgezeichnete Gehängstation wegen ihrer allzuweiten Entfernung von der Verbindungslinie der Gipfel- und Talstation. Es wurden dieserhalb auch die sich aus dem Normal- und Aspirations-Thermometer ergebenden Differenzen nicht zu einer Korrektur benutzt, da es ausserdem auch zu gewagt erschien, dieselben Korrekturen auf die anderen Stationen zu übertragen, weil es sehr wahrscheinlich ist, dass dieselben an jeder einzelnen Station infolge der ganz verschiedenen Höhenlage und Exposition andere sein werden. Auf besondere Eigentümlichkeiten der Lage, soweit sie eben die Temperatur-Verhältnisse zu beeinflussen imstande sind, wird gelegentlich der Besprechung der Resultate eingegangen werden.

III. Dauer der Beobachtungen.

Die Stationen traten mit Ausnahme der des Schlossberges am 1. Mai 1895 in Tätigkeit, und letztere wurde leider erst

am 1. November desselben Jahres ihnen angegliedert und zwar, wie bereits hervorgehoben, auf Anregung des Prof. Dr. Kremser, der im Juli 1895 gelegentlich einer Revisionsreise als Oberbeamter des Königlich-Meteorologischen Institutes zu Berlin nach hier kam und die Stationen in Augenschein nahm. Mit Ausnahme der Station Botanischer Garten blieben alle Stationen bis zum 1. Mai 1897 in Tätigkeit. Im Botanischen Garten wurden leider die zu unserem Zwecke nötigen Beobachtungen bereits am 15. August 1896 eingestellt, um vom 27. Oktober bis 21. Dezember desselben Jahres noch einmal aufgenommen zu werden. Grund für die frühere Einstellung war Mangel eines Beobachters.

IV. Ausführung der Beobachtungen.

Das allwöchentliche Einsetzen der Diagramme in die Thermographen und die zweimal tägliche Vergleichung der Thermographenkurven mit dem Normalthermometer (welche neben Notierung der Zeit und der Temperatur durch Anbringen einer Marke in der Thermographenkurve vermittels leichter Berührung des die Feder tragenden Hebels geschah) konnte leider unmöglich, was ja von augenscheinlichem Vorteile gewesen wäre, von einer einzigen Person gemacht werden. Bei den Stationen Villa Souchay und Botanischer Garten wurden die Beobachtungen fast ausschliesslich von Heinrich Lotz, dem ja anfänglich die ganze Aufgabe zur selbständigen Lösung und Bearbeitung gestellt war, besorgt. Die Beobachtungen auf der Villa Palermo übernahm in überaus dankenswerter Weise Geheimrat Prof. Th. Fischer selbst, während die Beobachtungen auf dem Schlossberg durch den Diener Scholz und die Südstation grösstenteils durch befreundete Kommilitonen des H. Lotz besorgt wurden. Im Übrigen kann auch hier betreffs Einzelheiten auf Lotz's Dissertation verwiesen werden.

B. Auswertung des Registriermateriales.

V. Auswertbares Material.

Da wie bereits hervorgehoben wurde, die Gipfelstation erst am 1. November 1895 in Tätigkeit trat und ausserdem bei den vergleichenden Beobachtungen auf der Villa Palermo erst vom 1. Dezember 1895 die Zeit, zu welcher die Vergleichung zweimal täglich vorgenommen, notiert wurde (deren Kenntnis jedoch, wie aus späterem noch hervorgehen wird, zu einer genauen Auswertung der Diagramme unbedingt erforderlich ist), so musste ich mich leider auf die Auswertung der Diagramme vom 1. November 1895 bis zum 1. Mai 1897 beschränken, da in der Zeit vor dem 1. November 1895 nur noch ein Vergleich zwischen den beiden Talstationen und der Villa Souchay möglich gewesen wäre, welcher keine merklichen Resultate versprechen konnte. Grössere Störungen infolge Schadhaftwerdens der Thermographen traten zum Glück in dieser Zeit von 18 Monaten nur einmal auf und zwar bei dem Thermographen auf der Villa Palermo, indem die Kapsel desselben am 26. Dezember 1895 platzte, so dass der Apparat zwecks Reparatur nach Paris gesandt werden musste und seine Tätigkeit erst wieder am 4. Februar 1896 beginnen konnte. Während nun die Stundenwerte der letzten Tage des Dezembers und der ersten Tage des Februars infolge der weiter fortgesetzten zweimal täglichen Ablesungen am Normalthermometer durch sorgfältige Vergleichung mit den Stundenwerten der anderen Stationen interpoliert werden konnten, musste aus naheliegenden Gründen von solchen für den ganzen Januar 1896 von vornherein abgesehen werden, so dass also bei der Villa Palermo die 24stündigen Aufzeichnungen ausser von November 1895 (aus dem S. 17 unten angegebenen Grunde) noch von Januar 1896 fehlen. Kleinere Störungen, wie das Fehlen der Temperaturkurve für einige Stunden, welche durch zu spätes Aufziehen des Uhrwerkes oder durch Trockenwerden der Feder etc. hervorgerufen werden können, sind allenthalben einmal vorgekommen, so dass auch

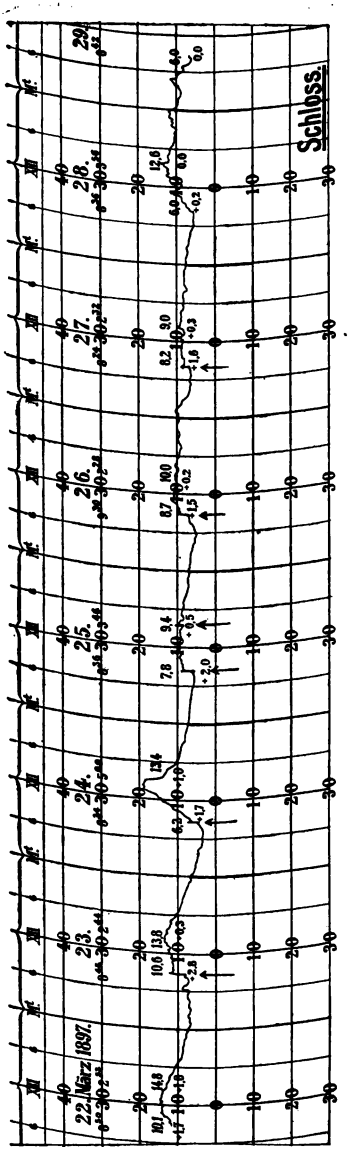
hier Mittelwerte eingesetzt werden mussten, welche in den Registrierbogen kenntlich gemacht sind. Die Genauigkeit der Resultate leidet jedoch hierunter so ausserordentlich wenig, dass es sich erübrigen dürfte, diese einzeln hier aufzuführen.

VI. Korrektionen.

Was nun die Korrektionen, welche an den Temperaturkurven anzubringen waren, angeht, so waren dieselben bei keiner Station weder einheitlich konstant noch einheitlich variabel, was sich wohl aus der Einrichtung des Thermographen an sich erklärt, da der Stand der Feder ausser durch die Krümmung der Bourdonröhre infolge der Temperaturänderung noch durch mannigfache andere Faktoren, die mit der zu registrierenden Temperatur nicht im Zusammenhang stehen, wie Elastizitäts- und Krümmungs-Änderungen der Bourdonröhre, Steigen des die Feder tragenden Hebels infolge Verbrauchs von Tinte etc., beeinflusst werden kann. Da nun ausserdem hie und da gerade bei Anbringung der Marken (siehe Abschnitt IV, Zeile 5) deutlich, mitunter sogar sehr beträchtliche scheinbare Temperatursprünge auftreten, die nur dadurch enstanden sein können, dass der betreffende Beobachter die Feder nicht wieder in ihre ursprüngliche Lage nach Anbringung der Marke zurückgebracht hat,[1]) so mussten die Korrektionen mit ausserordentlicher Vorsicht im allgemeinen von Marke zu Marke angebracht werden, wodurch die Auswertung der Diagramme, die so wie so schon äusserst zeitraubend ist, noch bedeutend erschwert wurde. Natürlich ergaben sich auch grössere und kleinere Korrekturen betreffs der Zeit (also in Richtung der Abcissenachse), die einmal (wenn man einen vollkommen normalen Gang des Uhrwerkes voraussetzt) einheitlich sein können, indem die Feder beim Einsetzen eines neuen Diagrammes nicht genau auf die entsprechende Stelle aufgesetzt wurde, so dass man also die

1) Solche scheinbaren Temperatursprünge sind bei dem auf folgender Seite in Grösse 1:2 wiedergegebenen Diagramme, bei welchem sie ausserordentlich häufig und teilweise als sehr beträchtlich auftreten, durch Pfeile angedeutet.

ganze Kurve sich entsprechend nach links oder rechts verschoben zu denken hat (was übrigens sehr praktisch, wie Verfasser leider erst nach Auswertung der Diagramme aus einer Arbeit von H. Kienast[1]) ersah, mit einer entsprechend geritzten Glasplatte geschehen kann) oder zweitens ebenfalls variabel, hervorgerufen durch den unnormalen Gang des Uhrwerkes, den eine im Freien aufgestellte Uhr doch immer mehr oder weniger infolge der raschen Temperaturwechsel aufweisen wird. Die zuletzt genannten Korrekturen sind, wie leicht einleuchtend ist, ohne die angebrachten Marken (die, wie bereits hervorgehoben, bei mangelnder Sorgfalt auch äusserst störend wirken können) und ohne Kenntnis der Zeit, zu welcher die Vergleichung vorgenommen wurde, nicht zu ermitteln. Aus diesem Grunde war auch eine Auswertung der Diagramme der Station Villa Palermo vor dem 1. Dezember 1895, wo eben die Notierung der betreffenden Zeit unterlassen war, unmöglich.



1) Auswertung der durch den Thermograph zu Königsberg in den Jahren 1890—1893 gewonnenen Temperaturregistrierungen von Dr. H. Kienast. Programmabhandlung Königsberg 1894.

VII. Vorteilhafte Benutzung der Registrierbogen und Besprechung eines Bogens. (Tabelle I).

Unter Berücksichtigung all dieser Korrekturen wurden nun die Diagramme der einzelnen Stationen ausgewertet und zwar unter Benutzung der eigens zu Registrierapparaten angefertigten Registrierbogen des Königlich Preussischen Meteorologischen Institutes zu Berlin, dessen Direktor Geheimrat Professor Dr. v. Bezold in liebenswürdiger Weise dem Verfasser eine entsprechende Anzahl dieser Bogen frei zur Verfügung stellte. Es erstreckte sich die Auswertung der Diagramme aus bereits angeführten Gründen bei den Stationen Schlossberg, Südstation und Villa Souchay über 18 Monate (November 1895 bis Mai 1897), wogegen bei der Villa Palermo solche von den Monaten November 1895 und Januar 1896 und bei der Station Botanischer Garten sogar mit Ausnahme von November 1896 solche von August 1896 bis Mai 1897 unterbleiben musste.

Es würde nun nicht angehen, all die 80 Registrierbogen hier im Druck folgen zu lassen, obwohl diese alsdann einen interessanten Blick in die mehr vorübergehenden Differenzen zwischen den einzelnen Stationen gestatten würden. Diese Differenzen, die mitunter ganz bedeutende Grössen annehmen und über vieles Aufschluss geben können, kehren meistens gar nicht oder doch nur sehr verwischt in den Mittelwerten wieder. Immerhin ist aber ihre Bedeutung bei Beurteilung der Gesamtverhältnisse gegenüber den Mittelwerten eine äusserst geringe, so dass man in Anbetracht der hohen Kosten, welche die Drucklegung solcher 80 Registrierbogen verursachen würde, ruhig darauf verzichten kann. Verfasser glaubt letzteres auch um somehr tun zu dürfen, da diese Registrierbogen im Archiv des Meteorologischen Institutes zu Berlin niedergelegt werden sollen, wo dieselben, falls sie bei späteren Arbeiten über denselben Gegenstand nötig sein sollten, zugängig sind. Um jedoch die Sicherheit und den Vorteil verbunden mit

grosser Übersichtlichkeit, welche die Benutzung der Registrierbogen mit sich bringen, vor Augen zu führen, ist ein solcher in Tabelle I zum Abdruck gebracht worden. Charakteristisch ist gerade hier das zu ganz verschiedenen Zeiten eintretende Tagesminimum, was sich jedoch in den Monatsstunden-Mittelwerten schon nicht mehr geltend macht, da hier das Minimum um 8 Uhr Morgens liegt und sekundäre Minima nicht vorkommen, obwohl an 13 Tagen das Minimum bereits unmittelbar vor oder nach Mitternacht eintritt. Es müsste demnach, um mit absoluter Sicherheit die Tagesextreme mit Hülfe eines Maximum-Minimum-Thermometers zu bestimmen, die Ablesung desselben nicht, wie es meistens geschieht, um 9^h_p gemacht werden, sondern erst um Mitternacht, da es, wie Tabelle I zeigt, sogar häufig vorkommt besonders im Spätherbst und Winter, dass das Minimum der Tagestemperatur erst kurz vor Mitternacht eintritt, so dass alsdann um 9^h_p ein Minimum (aus der vorhergehenden Nacht, oder auch dem Momentanwerte um 9^h_p entsprechend) notiert wird, welches sich von dem eigentlichen des betreffenden Tages sogar um mehrere Grade unterscheiden kann. Selbst beim Maximum, wie die Stundenwerte vom 3. des Monates (Tabelle I) beweisen, kann sich bei dieser Beobachtungszeit um 9^p ein solcher Fehler einschleichen, wenn auch wohl viel seltener.

C. Resultate.

VIII. Monatsmittel, Jahresmittel etc. (Tabelle IIa u. b).

Um uns nun über die Temperaturverhältnisse der einzelnen Stationen ein wenn auch noch unvollständiges Bild entwerfen zu können, welches später gerade infolge unserer 24stündigen Aufzeichnungen bis ins einzelne vervollständigt werden soll, mögen zunächst die in Tabelle IIa aufgenommenen Monatsmittel einer kurzen Betrachtung unterzogen werden. Die Stationen

sind der grösseren Übersichtlichkeit halber nach der Meereshöhe geordnet, und ist die Station Sternwarte, obwohl ihre Monatsmittel nach der jetzt gebräuchlichen Formel $\frac{7_a^h + 2_p^h + 9_p^h + 9_p^h}{4}$ gebildet sind, mit eingereiht worden. Da nun an letzteren Monatsmitteln (wie aus der noch später genauer zu erörternden Tabelle III hervorgeht) bevor sie zu einem genaueren Vergleiche mit denen der anderen Stationen benutzt werden können, eine Korrektion anzubringen ist, die im Mittel ungefähr —0,1° betragen wird, so ist bei dieser Station grösstmögliche Vorsicht zu beobachten. Im allgemeinen sind die Monatsmittel der Gipfelstation am niedrigsten, während die der Südstation am höchsten sind; diejenigen der Gehängstationen bewegen sich zwischen ihnen, so dass sich also im allgemeinen eine Temperaturabnahme mit der Höhe ergibt, wie sie ja in Hoch- und Mittelgebirgen längst nachgewiesen ist. Die Grösse dieser Temperaturabnahme mit der Höhe, die man kurz als vertikalen Gradienten zu bezeichnen pflegt, wird im Abschnitt XVI noch näher besprochen und mit dem theoretisch abgeleiteten verglichen werden. Auffallend ist jedoch nach unserer Tabelle II das Verhalten der Station Botanischer Garten; hier bleiben sämtliche Monatsmittel unter denen der Südstation, obwohl letztere doch um 1 m höher liegt, ja in den Frühlings- und Sommermonaten bleiben solche noch unter denen der Station Villa Palermo (von der Sternwarte aus angeführten Gründen abgesehen) trotz des Höhenunterschiedes von über 60 m. Da dieses merkwürdige Verhalten im Winter bedeutend abgeschwächt ist, so kann es sich wohl nur aus dem Einfluss des auf einige Meter Entfernung vorbeifliessenden Mühlbaches (wie eine Skizze in der Lotz'schen Dissertation p. 15 einleuchtend macht) erklären, der im Frühjahr und Frühsommer infolge der thermischen Trägheit des Wassers kühlend, dagegen im Winter (zum wenigsten solange er eisfrei ist) erwärmend auf seine nähere Umgebung wirken muss. Von den Gehängstationen erscheint Villa Palermo entgegen ihrer

Höhe die bevorzugteste, was sich wohl aus ihrer südlichen Exposition erklären mag; denn gerade in den wärmeren Monaten bleiben ihre Mittel durchweg über denen der Villa Souchay, die sich, zum wenigsten was Temperaturhöhe angeht, nicht viel von der Gipfelstation unterscheidet, ja in einigen Monaten sogar noch niedrigere Monatsmittel als diese aufweist.

Noch übersichtlicher, infolgedessen aber auch gedrängter ersieht man die Gesamtverhältnisse aus der gleich angefügten Tabelle IIb. Es steigen die Jahresmittel von oben nach unten mit Ausnahme desjenigen der Villa Souchay, welches an zweiter Stelle zu folgen hätte. Die Gesamttemperatur des Frühlings und Sommers von der Station Villa Souchay ist sogar am niedrigsten von allen Stationen. Auch dieses erklärt sich (gerade wie bei der Villa Palermo) aus ihrer Exposition, die eine nördliche ist. Besonders auffallend müssen die Resultate der letzten Kolumne erscheinen, indem die beiden extremen Werte der Jahresschwankungen bei den Gehängstationen vorzufinden sind. Dieser Widerspruch ist jedoch nur ein scheinbarer, hervorgerufen durch die Verschiedenartigkeit der Berechnung, wie am Schluss des folgenden Abschnittes gezeigt werden kann.

IX. Korrektionen der aus $\frac{7^h_a + 2^h_p + 9^h_p + 9^h_p}{4}$ gebildeten Monatsmittel. (Tabelle III, Tafel A).

Um die mittlere Tagestemperatur einer Station mit absoluter Genauigkeit zu ermitteln, müsste man (falls von der Benutzung eines Thermographen abgesehen wird) in möglichst kleinen Zeiträumen, vielleicht jede halbe oder ganze Stunde den Stand des richtig aufgehängten Thermometers ablesen und das Mittel aus den 48 bezw. 24 Ablesungen bilden. Da nun eine dergleichen mühsame Arbeit nicht von einem Beobachter allein besorgt werden könnte, so sann man schon früh darauf, die mittlere Tagestemperatur aus 2 oder 3 Ablesungen

zu ganz charakteristischen Stunden zu ermitteln. Heute hat man aus den vielfach gebräuchlichen Stundenkombinationen wie

$$\frac{8^h_a + 8^h_p}{2}, \quad \frac{6^h_a + 2^h_p + 10^h_p}{3} \text{ und } \frac{7^h_a + 2^h_p + 9^h_p + 9^h_p}{4}$$

an unseren meteorologischen Stationen allgemein die letztere als mit hinreichender Genauigkeit die mittlere Tagestemperatur ermittelnd eingeführt. Es wird deshalb auch an unserer meteorologischen Station II. Ordnung zu diesen drei Terminen die Temperatur abgelesen und bei der Mittelbildung der Abendablesung das doppelte Gewicht zuerkannt. Es ist daher gewiss von Interesse, da uns hier für 5 Stationen die Mitteltemperaturen aus stündlichen Ablesungen (gewonnen aus den Thermographenkurven) vorliegen, diese Mitteltemperaturen einmal mit denen aus $\frac{7^h_a + 2^h_p + 9^h_p + 9^h_p}{4}$ gebildeten zu vergleichen und die Differenzen zu bilden, was in Tabelle III geschehen ist. Um die Unterschiede noch besser vor Augen treten zu lassen, wurden die Abweichungen auf Tafel A noch durch Kurven versinnbildlicht. Die Mittel der stündlichen Ablesungen werden durch die Nullinie dargestellt. Im allgemeinen sind die aus den 3mal täglichen Ablesungen gewonnenen Mittel an allen Stationen grösser wie die aus den 24 Stundenwerten gebildeten. Die meisten Ausnahmen hiervon macht die Villa Souchay, indem ihre Kurven in 6 Monaten über die Nullinie hinausgreift; mithin 6mal positive Korrekturen anzubringen wären, welche (wie wir noch später sehen werden) durch die relativ niedrigen Abendtemperaturen, denen ja bei dieser Formel gerade doppeltes Gewicht beigelegt ist, bedingt werden. Im grossen und ganzen jedoch sind die Kurven bestrebt parallel zu verlaufen, weshalb wir für die Sternwarte ebenfalls gleichgerichtete Korrektionen annehmen dürfen. Mithin wären im allgemeinen die Mittel der Sternwarte zu erniedrigen und zwar entsprechend der Tafel A am meisten diejenigen für Mai und Juni, was bereits eine Er-

niedrigung der Jahresschwankung in Tabelle IIb bedingen würde, da der Juni der wärmste Monat war. Dazu wird noch eine Korrektion betreffs der Schutzhütte kommen, die nicht wie an den anderen Stationen aus Holz, sondern aus Blech besteht, was in den warmen Monaten ebenfalls temperaturerhöhend wirkt, so dass sicher die Jahresschwankung der Sternwarte um mehrere Zehntelgrade erniedrigt werden muss, wodurch sich der Widerspruch am Schluss des vorhergehenden Abschnittes löst. Es kann deshalb ohne Zweifel die Jahresschwankung der Gipfelstation als die grösste angenommen werden, was sich aus der besseren Insolation infolge der reineren und dünneren Luft und aus dem Kältemaximum im Winter erklärt. Die Jahresschwankung der Südstation ist ebenfalls übereinstimmend mit der allgemeinen Erfahrung verhältnismässig gross.

X. Monatsstunden-Mittel.

(Tabelle IV und V, Tafel B und C).

Weit interessanter und vielfältiger gestalten sich die Beziehungen der Temperaturverhältnisse der einzelnen Stationen, sobald wir ihre Monatsstundenwerte, welche in den Tabellen IV und V wiedergegeben sind, einer eingehenden Besprechung unterziehen. Von vornherein wird es klar sein, dass die Stundenmittel der Gipfelstation, was absolute Grösse anbelangt, durchweg am niedrigsten sein werden, da es ja auch ihre Monatsmittel waren, abgesehen von einigen Ausnahmen, die uns die Stundenmittel näher erklären helfen werden. Betrachten wir zunächst die Stundenmittel des Dezember 1895, die der grösseren Übersichtlichkeit halber auch graphisch auf Tafel Ba dargestellt sind, so ergibt sich mit wenigen Ausnahmen an den einzelnen Stationen ein überaus regelmässiger, entsprechend der Höhe abgestufter, Wärmegang. Die Kurven verlaufen fast durchweg parallel und durchschneiden sich sehr wenig. Die Gipfel- und die Süd-Station bilden entsprechend dem Früheren die beiden äusseren Kurven, während die der

beiden Gehängstationen und des Botanischen Gartens in fast regelmässigen Abständen dazwischen verlaufen. Die Kurve der Villa Souchay erhebt sich entsprechend der Höhenlage dieser Station durchweg über die der Villa Palermo, obwohl es bei den meisten Monatsmitteln nicht der Fall war (cf. Abschnitt VIII). Es erklärt sich dieser, der Höhenstufe entsprechende, Wärmegang (der hier als Ausnahme aufgefasst werden muss), einerseits aus den in diesem Monate vorherrschenden westlichen Winden, gegen welche die Villa Souchay fast vollkommen geschützt, während die Villa Palermo ihnen frei ausgesetzt ist, andererseits aus der auffallend grossen Himmelsbewölkung, die den Einfluss der Sonne, welcher der südlichen Exposition halber gerade auf die Villa Palermo ein grösserer ist, herabminderte und den Einfluss der Höhe voll zur Geltung kommen liess. Das Durchkreuzen der beiden Tal- und Gehäng-Stationen-Kurven in den Abendstunden erklärt sich aus der jeweilig grösseren Ausstrahlung, auf die noch später näher eingegangen werden soll.

Schon unregelmässiger verlaufen die Kurven *b* auf derselben Tafel, welche die Stundenmittel von November 1896 darstellen. Hier wird sogar zweimal die Kurve der Gipfelstation von derjenigen der Villa Souchay geschnitten, während die zwischenliegenden Kurven fast vollkommen regellos verlaufen. Der Wärmegang der Villa Souchay bleibt hier unter dem der Villa Palermo, entsprechend dem Abschnitt VIII.

Die Kurven *c* vollends (Mai 1896 darstellend) durchkreuzen sich allenthalben; es bilden die Kurven der Gipfel- und Süd-Station durchaus nicht mehr die äusseren, sondern die Südstations-Kurve durchschneidet alle anderen, indem sie zugleich am tiefsten fällt und am höchsten emporsteigt. Letzteres erklärt sich aus der gerade im Mai viel stärkeren Abkühlung des Talbodens infolge Ausstrahlung während der Nacht, die häufig noch im Mai, wie auch hier beobachtet worden ist, im Tale Nachtfröste bedingt, während solche auf den umgebenden Hängen und Bergen nicht aufzutreten pflegen.

Vergleichen wir weiter in Tabelle IV und V die Stundenwerte der Villa Souchay mit denen des Schlossberges, so fallen die niedrigen Temperaturen der Villa Souchay kurz vor und nach Mitternacht besonders in den Frühjahr- und Sommer-Monaten auf. Sie geben die Erklärung (s. Tabelle IIb) der auffälligen Tatsache, dass nämlich die Mittel für Frühling und Sommer der Villa Souchay sogar unter die des Schlossberges sanken. Im Juli 1896 sinkt das Monats-Stundenmittel der Villa Souchay um Mitternacht sogar um 1,3° unter dasjenige des Schlossberges, obwohl es um 6p noch um 0,3° höher war. Dasselbe, wenn auch nicht so ausgeprägt wie in den Frühjahr- und Sommer-Monaten, finden wir im August und September ebenfalls vor. Es fällt demnach das Thermometer auf der Station Villa Souchay, nachdem es in den Nachmittagsstunden (besonders von 4 bis 6 Uhr) verhältnismässig hoch gestiegen ist, ja häufig den Stand desjenigen auf der Villa Palermo noch überholt hat, gegen Mitternacht hin äusserst rasch, so dass in den hervorgehobenen Monaten sogar meistens das niedrigste Stunden-Minimum erreicht wird, obwohl nach Mitternacht das Fallen bereits ein mässigeres Tempo annimmt. Selbstredend ist das Aufsteigen der Kurve ebenfalls entsprechend beschleunigt. Die Ursache für diese Abweichung kann wohl nur, da in den Wintermonaten diese Erscheinung nicht zu beobachten ist, in der geringeren Insolation liegen, welche notwendig für den Nordabhang, an welchem die Villa Souchay liegt, eintreten muss, da derselbe schon früh in den Schatten des Schlossberges kommt, was ein schnelleres Fallen der Abend- und Nacht-Kurve infolge der geringeren Wärmezufuhr bedingen muss.

Interessant ist auch der fast vollkommen conträre Verlauf der auf Tafel C dargestellten Kurven der Monate Juni und Juli von den beiden Talstationen. Während im Botanischen Garten von den beiden Kurven die Juli-Kurve am höchsten steigt und am tiefsten fällt, ist es bei der Südstation genau umgekehrt.

Von der Berechnung der Jahresstundenmittel, die einen guten Gesamtüberblick dieser Verhältnisse ermöglicht hätten, musste leider abgesehen werden, da des lückenhaften Materiales wegen dieselben nur von drei Stationen zu bestimmen gewesen wären. Die übersichtliche Anordnung der Tabellen IV und V mit den beiden Tafeln B und C ermöglichen aber auch so schon ein hinreichend klares Bild dieser Verhältnisse.

Verfolgen wir auch gleichzeitig das Eintreten der Stundenextreme (die in den Tabellen IV und V durch fetten Druck hervorgehoben sind), so finden wir auf der Gipfelstation entsprechend den allgemein gemachten Beobachtungen das Eintreten des Maximum im Mittel früher als bei allen anderen Stationen. Ihr folgt in dieser Beziehung die zweithöchste Station, die Villa Palermo. Bei den niedrigeren Stationen verspätet sich der Eintritt des Maximum immer mehr, so dass er bei der Südstation nur noch zweimal um 2^h_p und einmal sogar um 4^h_p zu finden ist. Mit dem Eintreten des Minimum verhält es sich umgekehrt, denn hier ist ein verzögertes Eintreten bei den höheren Stationen zu merken. Mithin wird bei letzteren Stationen ein rascheres Steigen des Thermometers in den Vormittags-Stunden zu beobachten sein, während des Nachmittags und in der Nacht das Fallen desselben verzögert werden wird. Bei den niedrigeren Stationen ist es umgekehrt.

XI. Periodische Tages-Amplitude. (Tabelle VI, Tafel D.)

Um die mittlere tägliche Temperaturschwankung (Periodische Tages-Amplitude), welche ein sehr beachtenswerter klimatischer Faktor ist, indem gerade sie auf das Wohlbefinden im Freien besonders schwacher und leidender Personen einwirkt, zu finden, braucht man nur die Differenz der Monatsstundenmittel-Extreme zu bilden. Diese Differenzen sind in Tabelle VI aufgenommen und ausserdem durch eine graphische Darstellung auf Tafel D veranschaulicht. Von vornherein ist es klar, dass der allgemeine Verlauf der täglichen Periode

conform mit dem Stande der Sonne gehen, das Maximum also im Sommer, das Minimum im Winter eintreten wird. Bei drei Stationen tritt jedoch bereits im Mai die grösste tägliche Periode ein, weil in diesem Monate das Thermometer bereits am Tage verhältnismässig hoch steigt und des Nachts noch ungewöhnlich tief fällt. Besonders auffällig ist das weite Ausgreifen der Südstationskuvre, was die bereits besprochene graphische Darstellung Bc erklärlich macht. Bei den Stationen Botanischer Garten und Schlossberg dagegen tritt das Maximum erst im Juli ein und zwar infolge der abgestumpften Extreme des Mai. Die Station Botanischer Garten tritt also hier der anderen Talstation (Südstation) äusserst scharf gegenüber, während erstere im Mai die kleinste Periode hat, weist letztere die grösste auf. Hier also abgestumpfte, dort ausgeprägte Extreme. Wie erklärt sich dieses ganz konträre Verhalten der beiden Talstationen? Der Hauptfaktor für die abgestumpften Extreme des Botanischen Gartens dürfte wohl auch hier der bereits auf pag. 20 erwähnte, nur auf einige Meter von dem Beobachtungshäuschen vorbeifliessende Mühlgraben sein. Alsdann ist auch wegen der zu beiden Seiten viel unmittelbarer als bei der Südstation aufsteigenden Berge die nächtliche Ausstrahlung eine viel geringere, weil die von den Bergen herabsinkenden kühleren Luftmassen sich in dem weiten Talkessel, in welchem die Südstation liegt, viel besser aufstauen und infolge ihres Stagnierens durch Ausstrahlung noch weiter abgekühlt werden können. Voraussichtlich würde dieses konträre Verhalten der beiden Talstationen (wenn auch nicht stets so scharf ausgebildet) das ganze Jahr hindurch anhalten (von ganz geringen Ausnahmen, wie sie sich im Juli und November ergeben, abgesehen). Es ist deshalb ausserordentlich zu bedauern, dass gerade im Botanischen Garten die Beobachtungen so früh abgebrochen worden sind, da gerade diese Station die von den allgemeinen Verhältnissen am meisten abweichenden Resultate zu ergeben scheint. Auffallend ist auch das bei allen Stationen im März 1896 auftretende

sekundäre Maximum der täglichen Periode, welches im März folgenden Jahres nicht zu finden ist. Es erklärt sich dieses aus dem relativ sehr grossen Stunden-Maximum des März, das bei einigen Stationen sogar grösser als das im April ist, während das Stundenminimum beträchtlich unter dem des Aprils bleibt.

XII. Aperiodische Tages-Amplitude. (Tabelle VII, Tafel E).

Um aber bei der Betrachtung der täglichen Wärmeschwankung auch die Resultate der Sternwarte heranziehen zu können, möge auch die aperiodische Tages-Amplitude (mittlerer Unterschied des täglichen Maximum und Minimum) in der Tabelle VII folgen, insonderheit auch, weil, abgesehen von dem zum Vergleich sehr vorteilhaften Hinzukommen der Resultate der Sternwarte, auch hier und da die Unterschiede der übrigen Stationen noch präziser zu Tage treten. Von der Sternwarte lagen infolge des dort gleichzeitig tätigen Maximum-Minimum-Thermometers die absoluten Tagesextreme vor, und brauchten daher nur die Differenzen gebildet und daraus das monatliche Mittel bestimmt zu werden. Bei den übrigen Stationen jedoch konnten solche nicht aus den 24stündigen Aufzeichungen gewonnen werden, da nur äusserst selten die absoluten Tages-Extreme mit den extremen Tagesstunden zusammenfallen werden und so notwendig zu kleine Werte herausgekommen wären. Es mussten dieserhalb aus den Diagrammen zunächst die absoluten Tagesextreme bestimmt werden, um aus ihren Differenzen alsdann die aperiodische Tages-Amplitude zu bestimmen. Auch diese wurde wieder der grösseren Übersichtlichkeit halber graphisch auf Tafel E dargestellt. Der Kurvenverlauf hat ziemlich viel Ähnlichkeit mit dem der täglichen Periode auf Tafel D. Auch hier bleibt die Kurve der Südstation, wenn auch nicht so ausgeprägt, die obere, während die der Villa Palermo (abgesehen vom Botanischen Garten, worüber wir uns der zu kurzen Beobachtungszeit wegen kein abschliessendes Urteil erlauben dürfen)

im grossen und ganzen die untere bleibt. Das Maximum und Minimum dagegen verteilt sich auf andere Monate. Während bei der periodischen Amplitude das eine Mal im Dezember, das andere Mal im Januar das Minimum zu finden war, tritt es hier bei der aperiodischen Amplitude fast ausschliesslich beidemal im Januar auf. Das Auftreten des Maximum vollends ist hier weit regelrechter verteilt, indem es bei je zwei Stationen, die ihrer Lage und Exposition nach am meisten verwandt und infolgedessen auch fast gleichen Faktoren unterworfen sein müssen, ein gleichzeitiges ist. So tritt es für die Südstation und Villa Palermo bereits im Mai infolge ihrer südlichen Exposition ein, verschleppt sich bei der Schlossberg- und Meteorologischen Station bereits in den Juni und endlich bei den beiden nördlichsten Stationen sogar bis in den Juli. Die Sternwarte-Kurve nimmt im allgemeinen einen mittleren Verlauf an, mit Ausnahme des ersten Teiles, wo sie alle anderen Kurven bedeutend überholt. Diese zu hohen Werte erklären sich, wie aus Bemerkungen im Beobachtungsmaterial zu ersehen ist, aus den viel zu niedrigen Tagesminima, die infolge heftigen Sturmes, bei dem das Beobachtungshäuschen zitterte, entstanden sein sollen. Schon ein oberflächlicher Vergleich mit den Minima der anderen Stationen zeigt, dass die Abweichungen häufig so gross sind, dass man auch hier einen mittleren Verlauf der Kurve ruhig annehmen kann, falls diese Störungen unterblieben wären.

XIII. Unperiodische Monats-Amplitude. (Tabelle VIII).

Selbst die unperiodische Monatsschwankung, die Differenz der absolut höchsten und niedrigsten Temperatur eines ganzen Monates, die in Tabelle VIII wiedergegeben ist, liefert trotz der für ein dergleichen meteorologisches Element viel zu kurzen Beobachtungszeit ganz brauchbare Resultate. Die grösste unperiodische Monatsschwankung tritt im Mittel bei der Südstation auf, welches ja auch nach dem bereits Vorhergegangenen zu erwarten war, da hier im Mittel die absolut

grössten Maxima auftreten, ohne dass die Minima die wenigst extremen Werte aufweisen. Die kleinste Schwankung dagegen findet sich auch hier wieder wie bei der bereits betrachteten periodischen und aperiodischen Schwankung bei der Villa Palermo. Von einem gleichzeitigen Vergleiche mit der Sternwarte wurde wegen der bereits erwähnten Störungen am Maximum-Minimum-Thermometer in den Anfangsmonaten abgesehen, da diese doch das ganze Resultat zu sehr in Frage gestellt haben würden.

XIV. Sommer-, Frost- und Eis-Tage. (Tabelle IX).

Da weiter auch die Kenntnis der Anzahl der Sommer-, Frost- und Eis-Tage an den einzelnen Stationen in mannigfacher Beziehung interessant und lehrreich sein kann, so wurden auch diese in Tabelle IX zusammengestellt. Es wurden hierbei im Anschluss an Hann[1]) zu Sommertagen solche gerechnet, an welchen das Thermometer über 25° stieg, zu Frosttagen solche, an denen das Thermometer unter 0° sank, und blieb endlich das Thermometer an allen 24 Stundenwerten unter 0°, so wurden diese Tage zu den Eistagen gezählt. Analog den vorhergehenden Resultaten finden wir die meisten Sommertage, dagegen die wenigsten Frost- und Eistage bei der Südstation. Die wenigsten Sommertage finden sich bei den höchsten Gehängstationen, während die Gipfelstation eine auffallend grosse Anzahl aufweisst, was sich wohl aus der besseren Insolation infolge der dünneren und reineren Luft, wie sie gerade an solchen Tagen auf den Bergen herrscht, erklären mag. Die meisten Frost- und Eistage auf dem Schlossberge erklären sich aus dem bereits früher Gesagten; denn es ist die Anzahl der Frosttage auf der Sternwarte wegen der im Abschnitt XII besprochenen Störungen viel zu hoch, und sie kann deswegen ohne Bedenken unter derjenigen des Schlossberges angenommen werden. Charakteristisch ist auch

1) Handbuch der Klimatologie I von Julius Hann. Stuttgart 1897, p. 31.

das erste und letzte Auftreten der Frosttage im Jahre 1896. Während nämlich an allen anderen Stationen bereits am 5. November der erste leichte Nachtfrost zu verzeichnen war, sinkt bei der Sternwarte das Maximum-Minimum-Thermometer erst am 6. November unter Null. Es erklärt sich dieses vielleicht aus der viel höheren Entfernung des Beobachtungshäuschens von der Erde auf der Sternwarte als bei den anderen Stationen, da ja die ersten Nachtfröste, besonders bei ganz heiterem Himmel, wie er am 5. und 6. November war,[1]) häufig nur unmittelbar über dem Erdboden infolge der kräftig wirkenden Ausstrahlung auftreten, so dass mitunter schon die Kronen von einige Meter hohen Bäumen von ihnen verschont bleiben, während der Boden und die Sträucher von blendend weissem Reif überzogen werden. Die Maifröste dagegen an den Stationen Sternwarte und Villa Souchay am 1. und 6. erklären sich, da der Himmel bewölkt war, nur infolge des herrschenden Nordwindes, denen diese beiden Stationen wohl am meisten von allen ausgesetzt sind; würden wir dagegen ganz heiteren Himmel gehabt haben, so wäre die Ausstrahlung mehr ins Gewicht gefallen, und die Fröste würden am wahrscheinlichsten bei den Talstationen aufgetreten sein. Immerhin ist gerade hier, da es sich nicht um aus vielen Beobachtungen zusammengesetzte Mittelwerte handelt, und daher schon einzelne Beobachtungsfehler die Gesamtverhältnisse trüben können, grosse Vorsicht betreff Schlüsse auf die Allgemeinheit der Verhältnisse geboten.

XV. Temperatur-Sprünge. (Tabelle X).

Unter Temperatursprung versteht man den Unterschied der Tagestemperaturen zweier aufeinanderfolgender Tage.

1) Da über die Bewölkung, Wind-Richtung und -Stärke an den einzelnen Stationen keine zuverlässigen Beobachtungen gemacht wurden, sondern sich nur allgemeine Bemerkungen hierüber (wie heiter, trübe, windig etc.) vorfanden, wurden diese Verhältnisse an allen Stationen nach dem Beobachtungsmateriale der meteorologischen Station im Physikalischen Institut beurteilt.

Die Kenntnis, wie häufig nun dieser Unterschied die Grösse von mindestens 2°, 4°, 6° und mehr erreicht, ist äusserst dienlich zu Vergleichen und zu einer lebendigen Vorstellung von der Grösse der Veränderlichkeit der Temperatnr. Es wurden dieserhalb in Tabelle X die Temperatur-Tagessprünge von 2°, 4° und 6° (solche von 8° und mehr kamen nicht vor) zusammengestellt. Das Maximum der Temperatursprünge von 2° befindet sich demnach bei den Talstationen, während die Gipfelstation ein Minimum aufweist. Bei den grösseren Temperatursprüngen von 4° ist es jedoch umgekehrt. Es macht sich (wie die Tabelle beweist) bei den Gehängstationen eine grössere Konstanz der Temperaturverhältnisse geltend.

XVI. Vertikaler Temperaturgradient.

Bei der Besprechung der Tabelle IIa und b (Abschnitt VIII) wiesen wir bereits auf die sich ergebende Temperaturabnahme mit der Höhe hin, ohne jedoch deren Grösse zwischen den einzelnen Stationen zu bestimmen. Es mögen dieserhalb zunächst die sich aus der Tabelle IIb für die Jahresmittel ergebenden Temperaturabnahmen mit der Höhe pro 100 m Erhebung (vertikaler Temperaturgradient) berechnet werden. Es ergeben sich hierbei folgende Werte:

Zwischen den Stationen	Höhen-unterschied	Temperatur-differenz der Jahresmittel	Vertikaler Gardient pro 100 m
Südstation—Schloss	111,4 m	—0,664°	—0,596°
Südstation—Villa Palermo .	60,3 m	—0,213°	—0,356°
Villa Palermo—Schloss . .	51,1 m	—0,451°	—0,882°
Sternwarte—Schloss . . .	51,2 m	—0,274°	—0,535°
Villa Souchay—Schloss . .	83,6 m	—0,025°	—0,030°

Die Station Botanischer Garten kann des mangelhaften Beobachtungsmateriales wegen nicht zur Betrachtung herangezogen werden. Den Gradienten für jeden einzelnen Monat, sowie seine Abhängigkeit von der Bewölkung, zu be-

stimmen, unterblieb für alle Stationen, da, um aus diesen Verhältnissen Schlüsse ziehen zu können, die Beobachtungszeit viel zu kurz sein dürfte. Ein oberflächlicher Vergleich der Registrierbogen der einzelnen Stationen unter sich zeigt jedoch bereits, dass auch hier, wie Süring[1]) für die Schneekoppe nachgewiesen hat, bei trüben Tagen der Gradient bedeutend grösser als an heiteren Tagen ist.

Aus unserer umseitigen Zusammenstellung ergibt sich der Gradient für Marburg (wobei Villa Souchay wegen der kalten Nordlage auszuschliessen ist) [falls wir das Mittel nehmen] als $-0{,}592^0$, ein Wert, der verhältnismässig nahe an denjenigen Wert herankommt, den man für unsere deutschen Mittelgebirge gefunden hat, nämlich $-0{,}6^0$. Theoretisch hingegen ergibt sich für den vertikalen Gradienten ein viel grösserer Wert (nämlich $-0{,}99^0$ pro 100 m), der sich, falls man die Luft als ein ideales Gas betrachtet und die Abkühlung aufsteigender Luftmassen adiabatisch annimmt, leicht aus dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik herleiten lässt.[2]) In feuchter Luft, falls wir stets hinreichend von der Sättigung entfernt bleiben (also Kondensation ausgeschlossen wird), ergibt sich der Gradient $\frac{d\vartheta}{dx} = -0{,}98^0$ pro 100 m. An diesen letzten theoretisch gefundenen Wert kam durch Versuche unter Leitung des Herrn Professor Richarz[3]) durch Messung der Temperaturdifferenzen in künstlich erzeugten auf- und absteigenden Luftströmungen im Laboratorium Herr S. Löwenherz nahe heran, indem er das Temperaturgefälle pro 100 m $= 0{,}951^0$ fand.

---

1) Die vertikale Temperaturabnahme in Gebirgsgegenden in ihrer Abhängigkeit von der Bewölkung. Inaugural-Dissertation von R. J. Süring. Berlin 1890.

2) v. Helmholtz. Vorlesungen über Theorie der Wärme, p. 200. Herausgegeben v. Franz Richarz. Leipzig 1903.

3) Über Temperaturveränderungen in künstlich auf- und abbewegter Luft. Von Prof. F. Richarz. Marburger Universitäts-Programm vom 19. Oktober 1902. Drudes Annalen 1903. IV. Folge, Bd. 10, Heft 4.

Auch Ballonfahrten bestätigten den theoretisch berechneten Wert in Höhen von 8—9000 Metern, indem man dort den Gradienten = —0,9° fand, während er in Höhen bis zu 1000 m nur —0,5° betrug. Dass wir nun in Übereinstimmung mit den in unseren Mittelgebirgen gefundenen (durch Ballonfahrten in den unteren Luftschichten bestätigten) Werten auch für Marburg einen sehr von dem theoretischen Werte abweichenden Gradienten fanden, erklärt sich daraus, dass der Vorgang in der freien Atmosphäre kein vollkommen adiabatischer ist, indem Leitung und Absorption der Sonnenstrahlen besonders in feuchter Luft niemals ausgeschlossen sind. Ausserdem ist der Wassergehalt in unseren Höhen ein so grosser, dass häufig Kondensation eintritt, wodurch bedeutende Wärmemengen frei werden, die (zur Erwärmung der Luftmassen verbraucht) den Gradienten bedeutend verkleinern. Schliesslich erklärt sich die Abweichung des Wertes im Gebirge vom theoretischen auch durch den Einfluss des Erdbodens. Die freieste Luftstrecke in der Tabelle auf Seite 32 ist die Strecke Villa Palermo—Schloss. Diese zeigt auch die grösste Annäherung an den theoretischen Wert des Gradienten.

XVII. Schluss.

Zum Schluss mögen nun noch einmal die Hauptresultate zusammengestellt und die sich daraus ergebenden Folgerungen kurz besprochen werden. Trotz der sehr geringen Höhenunterschiede ergab sich eine Temperaturabnahme mit der Höhe und zwar im Mittel von 0,6° auf 100 m bei Ausschluss von Villa Souchay, sonst von 0,5°, welch letzterer Wert nur um 0,1° kleiner wäre als der für unsere deutschen Mittelgebirge berechnete. Es ist im Jahresmittel auf dem Schlossberg am kältesten, auf der Südstation am wärmsten. Von den Gehängstationen ist entschieden die Villa Palermo in Bezug auf die Höhe der Jahrestemperatur die bevorzugteste infolge ihrer südlichen Exposition, die Villa Souchay die ungünstigste wegen ihrer nördlichen Exposition. Im Botanischen

Garten bleibt im allgemeinen die Temperatur hinter derjenigen der Südstation beträchtlich zurück. Was Veränderlichkeit der Temperatur anlangt, ist entschieden die Südstation, wie deutlich aus den Tabellen VI, VII und VIII hervorgeht, die ungünstigste, während die Gehängstationen und wieder besonders die Villa Palermo sich bedeutend günstiger verhalten. Hier ausgeprägte, dort abgestumpfte Extreme. Dieselben Verhältnisse sind längst in unseren Mittel- und Hochgebirgen bekannt und dieses ist mit ein Hauptgrund dafür, weshalb in den Alpen die Siedelungen an den sonnigen Südhängen liegen und die doch sonst viel bequemeren Täler meiden. Vielleicht ist dieses auch für Marburg mit ein Grund gewesen, dass anfangs nur der Schlossbergshang und zwar besonders der südlichere, klimatisch bevorzugteste Teil bebaut wurde und erst in den letzten Jahrzehnten eine regere Bautätigkeit auch in dem breiten Talkessel, in welchem die Südstation liegt, einsetzte. Freilich ist und bleibt der Hauptgrund für die merkwürdige Bebauung Marburgs das den Schlossberg krönende Schloss, aber den Grund zur Bevorzugung des südlichen Teiles vom Schlossberghange darf man wohl ohne Zweifel in den günstigeren klimatischen Faktoren suchen. Es ist also hiermit trotz der so sehr kurzen Beobachtungsdauer für Marburg gelungen, betreffs der Temperaturverhältnisse auf einem solch kleinen Raume das zu bestätigen, was man auf grösserem Raume besonders in den letzten Jahrzehnten in den Mittel- und Hochgebirgen nachgewiesen hatte.

0	11p 10—11	Mitter-nacht 11—12	Tages-Summe	
2	0,8	0,5	15,6	
4	4,3	4,3	77,0	
8	4,8	5,0	102,7	
6	5,6	5,7	154,1	
8	8,1	8,1	196,4	
0	11,0	11,1	273,7	
0	13,1	13,2	284,6	
3	12,3	12,3	308,4	
8	8,6	8,0	286,6	
9	8,8	8,9	176,5	
8	77,4	77,1	1875,6	
4	10,6	9,9	275,5	
4	10,2	9,9	233,8	
3	6,9	6,4	192,0	
6	6,1	5,7	155,8	
0	7,0	7,4	172,6	
8	10,4	9,9	259,2	
2	8,9	8,2	256,6	
5	2,1	1,8	148,1	
9	2,9	3,0	78,6	
2	1,7	1,8	49,8	
3	66,8	64,0	1822,2	
1	—1,6	—1,9	+15,6	
4	—1,2	—1,2	—37,9	
4	—3,8	—3,1	—50,0	
8	—0,9	—1,1	—35,0	
8	—1,8	—1,8	—44,9	
5	—3,9	—4,2	—60,2	
7	—3,2	—3,1	—91,5	
1	—2,1	—2,2	—62,4	
3	—0,3	—6,3	—29,0	
3	+0,3	+0,4	+4,2	
8	—18,5	—18,5	—391,1	
3	125,7	122,6	3306,7	
0	4,190	4,087	4,593	

tdem ist angebracht.

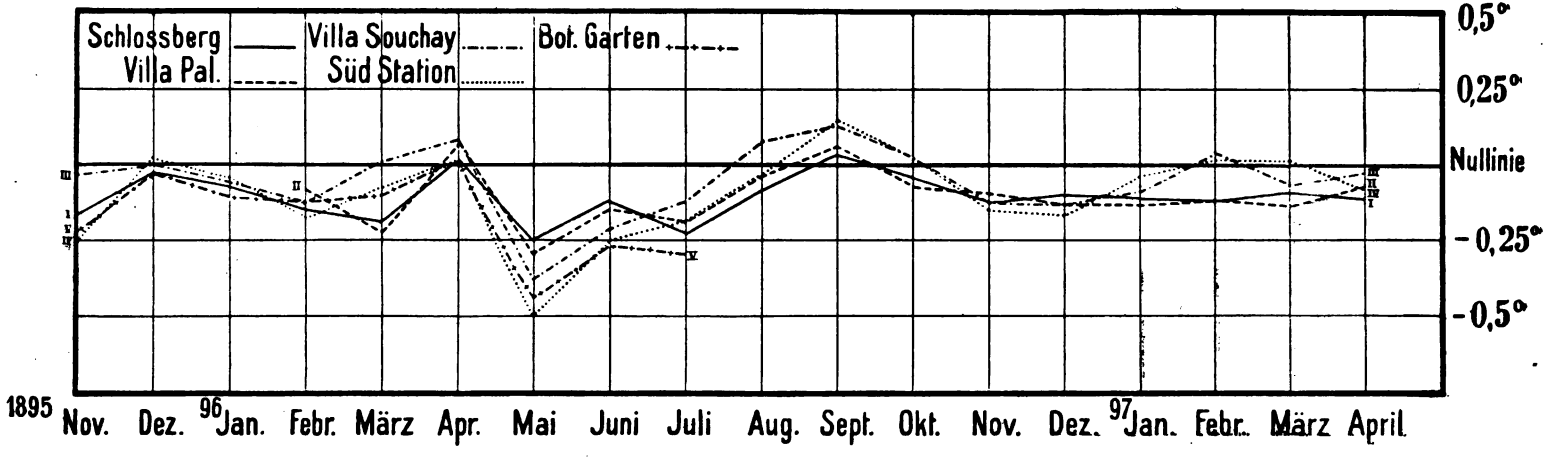
Beobachter Scholz.

Monats-Mittel	Stationen
4,593	Schloss
	Villa Pal.
4,802	Villa Souch.
5,264	Süd-Station
5,174	Bot. Garten
—0,391	Schloss
—0,024	Villa Pal.
0,052	Villa Souch.
0,411	Süd-Station
0,294	Bot. Garten
—0,550	Schloss
	Villa Pal.
—0,203	Villa Souch.
0,297	Süd-Station
0,060	Bot. Garten
—0,487	Schloss
—0,094	Villa Pal.
—0,255	Villa Souch.
0,280	Süd-Station
—0,006	Bot. Garten
5,937	Schloss
6,074	Villa Pal.
5,807	Villa Souch.
6,287	Süd-Station
6,053	Bot. Garten
6,277	Schloss
6,703	Villa Pal.
6,388	Villa Souch.
7,084	Süd-Station
6,551	Bot. Garten
10,988	Schloss
11,449	Villa Pal.
10,830	Villa Souch.
11,444	Süd-Station
11,435	Bot. Garten
16,610	Schloss
16,767	Villa Pal.
16,459	Villa Souch.
17,254	Süd-Station
16,910	Bot. Garten
16,558	Schloss
16,648	Villa Pal.
16,273	Villa Souch.
17,076	Süd-Station
16,577	Bot. Garten

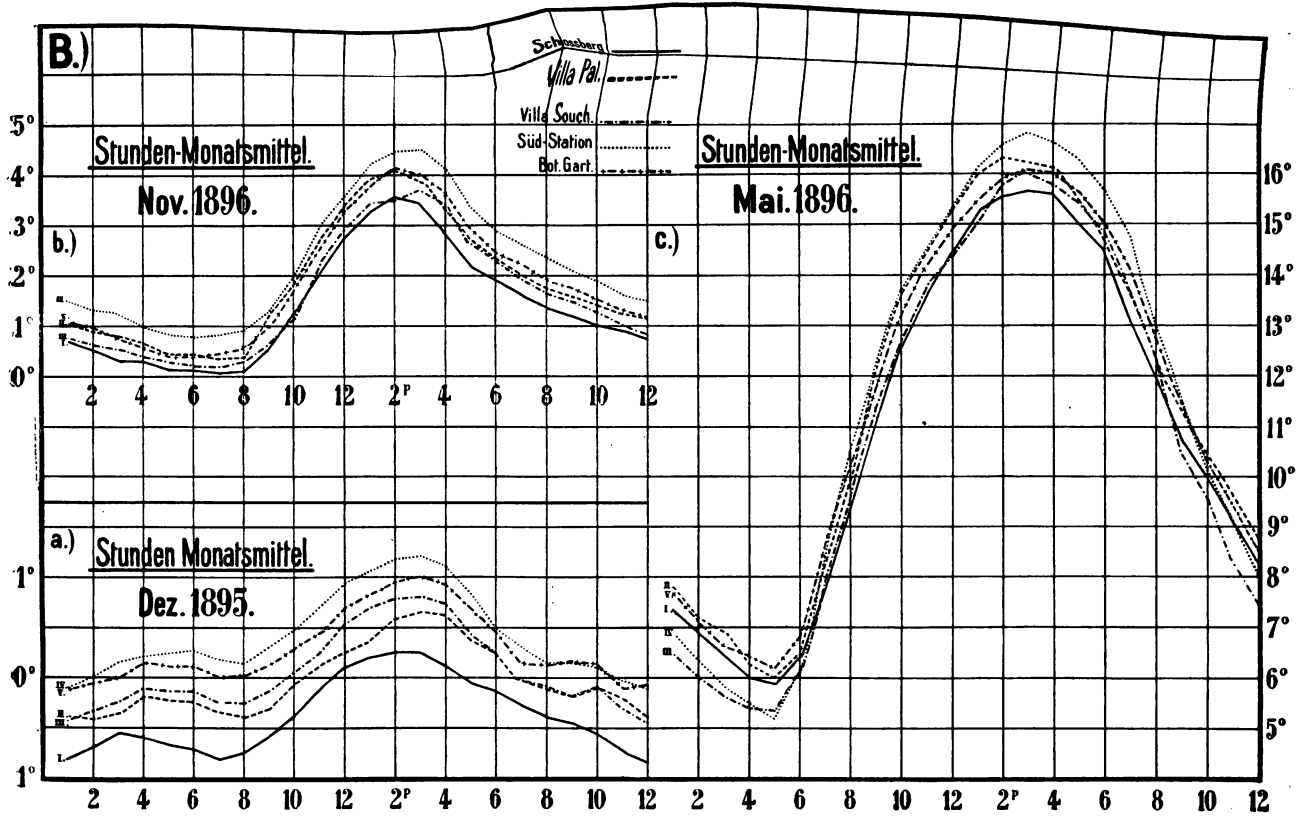
Febr.	März	April	Mittel

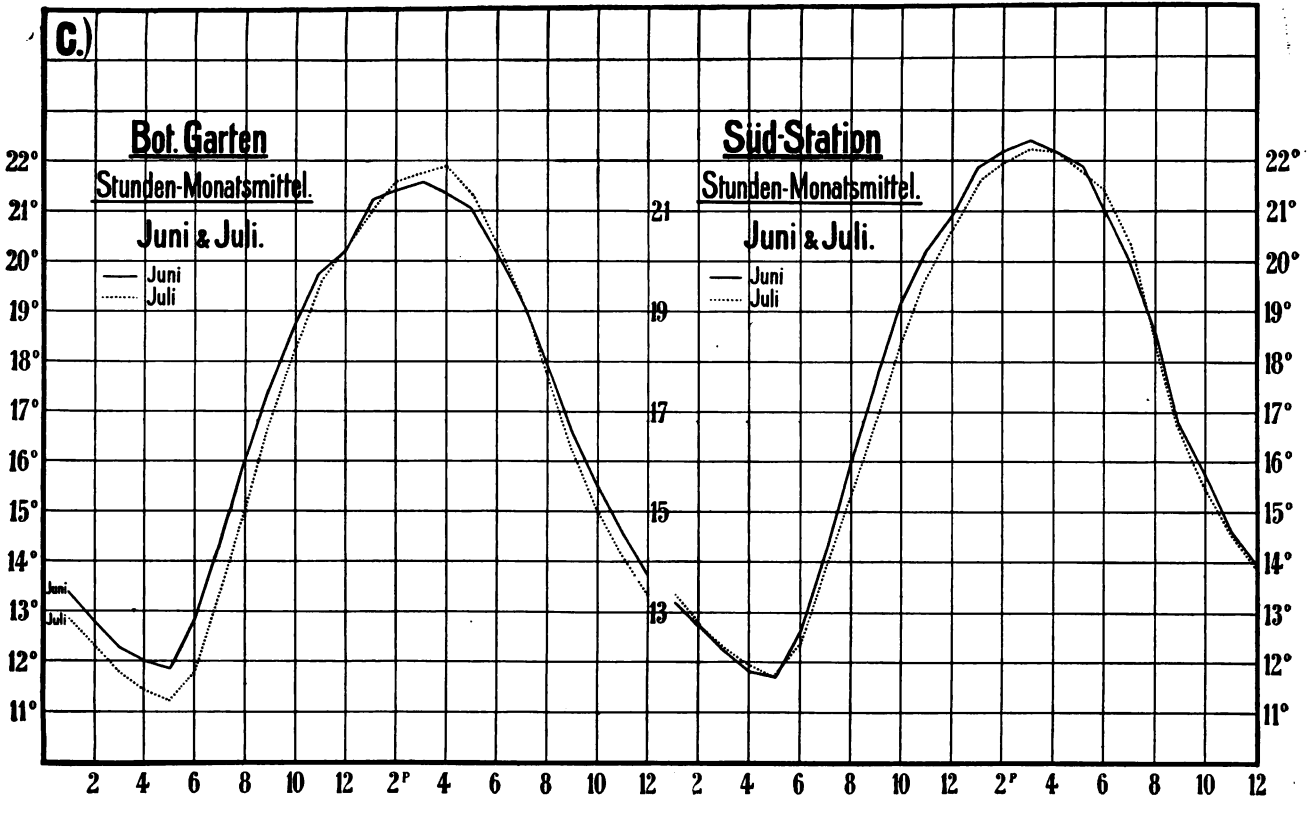
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF

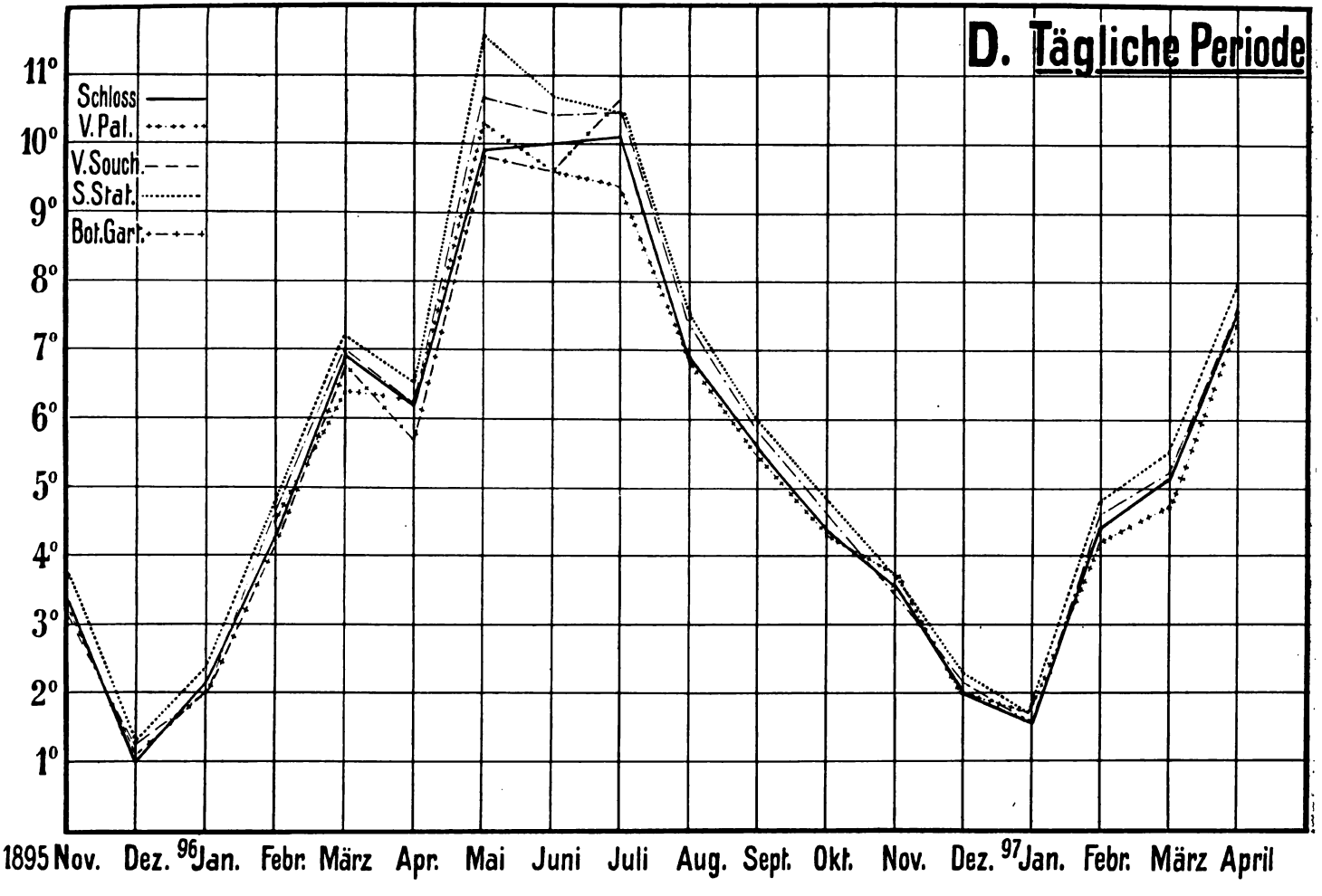
A.) Differenzen der Monatsmittel der einzelnen Stationen berechnet nach $\frac{7^a + 2_p + 9_p + 9_p}{4}$ von den aus den stündlichen Ablesungen erhaltenen.

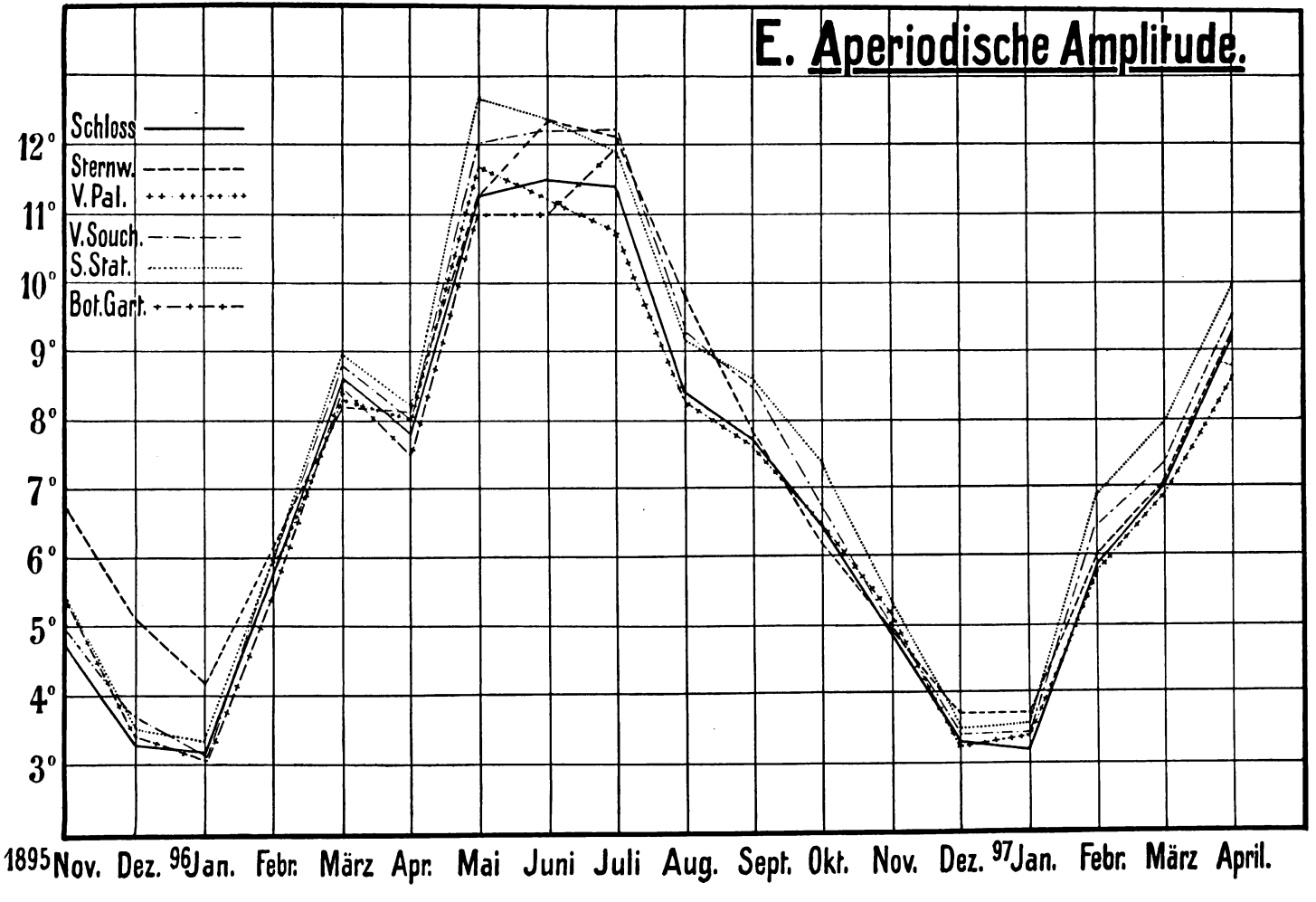


UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY


B.)
Schneeberg
Villa Pal.
Villa Souch.
Süd-Station
Bot. Gart.
Stunden-Monatsmittel.
Nov. 1896.
b.)
Stunden-Monatsmittel.
Mai. 1896.
c.)
a.)
Stunden Monatsmittel.
Dez. 1895.
5°
4°
3°
2°
1°
0°
1°
16°
15°
14°
13°
12°
11°
10°
9°
8°
7°
6°
5°
2 4 6 8 10 12 2P 4 6 8 10 12


C.)
Bot. Garten
Stunden-Monatsmittel.
Juni & Juli.
Juni
Juli
Süd-Station
Stunden-Monatsmittel.
Juni & Juli.
Juni
Juli
22°
21°
20°
19°
18°
17°
16°
15°
14°
13°
12°
11°
2 4 6 8 10 12 2P 4 6 8 10 12 2 4 6 8 10 12 2P 4 6 8 10 12


D. Tägliche Periode
Schloss
V. Pal.
V. Souch.
S. Stat.
Bot. Gart.
11°
10°
9°
8°
7°
6°
5°
4°
3°
2°
1°
1895 Nov. Dez. 96 Jan. Febr. März Apr. Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt. Nov. Dez. 97 Jan. Febr. März April


E. Aperiodische Amplitude.
Schloss
Sternw.
V. Pal.
V. Souch.
S. Stat.
Bot. Gart.
12°
11°
10°
9°
8°
7°
6°
5°
4°
3°
1895 Nov. Dez. 96 Jan. Febr. März Apr. Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt. Nov. Dez. 97 Jan. Febr. März April.

II.

Neuberechnung von Gerlings Bestimmung der Meereshöhe Marburg's a. L. aus Barometer-Beobachtungen.

Inhaltsverzeichnis.

Seite.

A. Einleitende Bemerkungen 41

B. Zuverlässigkeit der Barometer- und Temperatur-Beobachtungen und der sich daraus ergebenden Mittel 43

I. Konstante Barometer-Korrektionen und deren etwaige Veränderlichkeit mit der Zeit 43

II. Dauer der Beobachtungszeit und Innehaltung der Beobachtungsstunden 44

III. Temperaturbeobachtungen 48

C. Resultate 49

IV. Die zur Rechnung benutzte Höhenformel 49

V. Polhöhe und Reduktion der eingeführten Barometermittel 53

VI. Verbesserung an den in die Höhenformel eingeführten Werten des Barometerstandes und der Lufttemperatur des bis unter Marburg fortgesetzt gedachten Meeresspiegels 54

VII. Schlussberechnung der Gerling'schen Beobachtungen 60

D. Besprechung der Linz'schen Bestimmung des Barometermittels 61

A. Einleitende Bemerkungen.

In den Jahren 1817—1828 incl. stellte Professor Gerling, der damalige Vertreter der Physik und Astronomie, in seiner Wohnung — [bezw. Wohnungen, da er zwischendurch die Wohnung wechselte; er wohnte zuerst [cf. Anmerkung auf Seite 58 der Gerling'schen Arbeit[1])] an dem NO-Abhange des Schlossberges [wahrscheinlich am Renthof (Dörnbergerhof)] in einer Meereshöhe von 238,2 m über NN, (die 1. Wohnung liegt nämlich 61,423 m über dem Fachbaum, der 176,784 m über NN liegt, cf. p. 42 vorliegender Arbeit), also fast in derselben Höhe, in welcher das (Mathematisch)-Physikalische Institut liegt und verzog 1820 nach dem SW-Abhange des Schlossberges. Diese Wohnung lag etwa 20 m tiefer wie die erste und muss sich in der Gegend des Saalbaues und des Fürstenhofes befunden haben.] — Barometerbeobachtungen verbunden mit Temperaturbeobachtungen an, um aus ihnen den mittleren Barometerstand Marburgs zu ermitteln und letzteren alsdann zur Berechnung der Meereshöhe von Marburg zu benutzen. Er fand für den Fachbaum des Mühlenwehres an der Lohmühle auf dem Kämpfrasen — [auf den er die wegen des Wohnungswechsels in zwei Beobachtungsreihen (I und II) zerfallenden Beobachtungen reduzierte, cf. p. 9 d. G. A.[2]); die zu dieser Reduktion nötigen

1) Die bereits im ersten Teil erwähnte in den Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg Bd. II 1829 erschienene Arbeit (Marburg u. Kassel, Joh. Christ. Krieger): Die Höhe Marburgs über dem Meere aus Barometerbeobachtungen berechnet von Dr. Christian Ludwig Gerling.

2) Die im Text abgekürzt mit „d. G. A." (der Gerling'schen Arbeit) zitierten Seitenzahlen beziehen sich auf die Gerling'sche Arbeit.

Höhenabstände zwischen dem Fachbaum und seinen Wohnungen fand Gerling mittels eines selbst vorgenommenen Nivellements auf 189,087 par. Fuss = 61,423 m bezw. 137,199 par. Fuss = 44,568 m] — aus I und II (p. 48, 50 d. G. A.) eine Meereshöhe von 588,568 par. Fuss = 191,190 m bezw. 571,842 par. Fuss = 185,757 m oder aus I und II, zu einer Beobachtungsreihe mit gehöriger Rücksicht auf die beiderseitige Anzahl von Beobachtungen vereinigt, 576,724 par. Fuss = 187,343 m. Die Gerling'schen Meereshöhen haben als Nullpunkt den Spiegel der Nordsee (Mittelwasser der Nordsee) und eine Korrektion von −0,143 m [1]) reduziert sie auf N.-N. (Normal-Null der Königl. Landesaufnahme). Da nun der Fachbaum des Wehres durch eine Nivellements-Ausführung [2]) an den Nummerbolzen No. 5580 der Preussischen Landesaufnahme angeschlossen und zu 176,784 m über N.-N. gefunden wurde, also bedeutend niedriger liegt, als ihn Gerling berechnet hatte, will Verfasser versuchen, die Gründe für die fehlerhafte Bestimmung dieser Meereshöhe aufzusuchen.

---

1) Vergleichung der Mittelwasser der Ostsee und Nordsee, des Atlantischen Ozeans und des Mittelmeeres auf Grund einer Ausgleichung von 48 Nivellementspolygonen in Zentral- und West-Europa, bearbeitet von Dr. A. Börsch; Berlin 1891. Aus den dort auf Seite 88 mitgeteilten Tabellen II und III ergibt sich diese Korrektion (falls wir aus den einzelnen Korrektionen der 3 Ausgleichungen das jedesmalige Mittel bilden, wie folgt:

Normal-Null liegt nach Tabelle II 13,5 cm über dem Mittelwasser zu Amsterdam, und dieses letztere hinwieder nach Tabelle III 0,8 cm über dem Mittelwasser der Nordsee; folglich N.-N. im ganzen 13,5 + 0,8 cm = 14,3 cm über dem Mittelwasser der Nordsee.

2) Die Nivellementsausführung wurde vom Königl. Meliorations-Bauwart Herrn Hüttenhain zu Marburg vor kurzem vorgenommen. Der gefälligen Mitteilung dieses Herrn verdankt Verfasser auch die Notiz, dass im Jahre 1900 das Wehr bei der Lohmühle gründlich ausgebessert worden ist, jedoch an der Höhenlage des Fachbaumes nichts geändert wurde (cf. p. 10 d. G. A.). Die Lohmühle trägt jetzt die Nr. 12.

B. Zuverlässigkeit der Barometer- und Temperatur-Beobachtungen und der sich daraus ergebenden Mittel.

I. Konstante Barometer-Korrektionen und deren etwaige Veränderlichkeit mit der Zeit.

Gerling benutzte zu seinen Barometer-Beobachtungen ein Heberbarometer von Apel (Mechaniker in Göttingen),[1]) nachdem er dasselbe zuvor hinsichtlich des Vakuums, der Skala, der Visiere etc. (cf. p. 4—9 d. G. A.) auf das peinlichste geprüft und mit einem kostbaren Heberbarometer von Loos (Mechaniker in Darmstadt)[1]) sorgfältig verglichen hatte. Man wird deshalb ohne Bedenken zugestehen können, dass die abgelesenen Barometerstände wirklich die von ihm auf p. 57 d. G. A. angegebene Genauigkeit von $\pm 0{,}15$ par. Linien $= \pm 0{,}388$ mm (144 Linien = 1 par. Fuss = 0,32484 m) haben, ja aller Wahrscheinlichkeit nach ist diese Fehlergrenze von ihm eher zu hoch als zu niedrig angenommen wie aus dem weiteren Zusammenhange noch hervorgehen wird. Freilich wäre es sehr ratsam gewesen das Barometer auch zwischendurch mit einem anderen Barometer (am besten mit einem guten Gefässbarometer) öfters zu vergleichen und am Schluss der Beobachtungen noch einmal sorgfältig zu prüfen, da Hann[2]) an einer Reihe von Beispielen zeigt, dass Heberbarometer im Laufe der Jahre ihren Stand allmählich, ja sogar sprungweise zu erhöhen pflegen, während man eigentlich eher eine Erniedrigung des Standes infolge allmählichen Eindringens von Luft in das Vakuum erwarten sollte. Hann gibt auch dort eine Erklärung für diese merkwürdige Korrektionsänderung. „Durch das allmählich eintretende Schmutzigwerden des Quecksilbers und des Glases im offenen Schenkel des Heberbarometers tritt eine zunehmende Vergrösserung der negativen Korrektion ein, in Folge der Änderung der Kuppen-

1) Register des Gehler'schen Physikalischen Wörterbuches. Leipzig 1845.

2) J. Hann, Die Verteilung des Luftdruckes über Mittel- und Süd-Europa etc. Geographische Abhandlungen herausgegeben von Prof. Dr. A. Penk, Bd. II, Heft 2, p. 17, Wien 1887 bei Hölzel.

höhen im offenen und im geschlossenen Schenkel und der dadurch bedingten Verschiedenheit der Kapillardepression. Die Kuppenhöhe schwankt nun aber wieder je nach dem Stande des Quecksilbers im offenen Schenkel und dem Zustande des Glases an der betreffenden Stelle und deshalb ist die davon abhängige Korrektion sehr veränderlich, selbst noch bei Durchmessern der Röhren von mehr als 10 mm.“ Da Gefässbarometer dieser Korrektionsänderung viel weniger unterliegen, so ist die Wahl Gerlings betreff des Instrumentes gerade nicht glücklich zu nennen und man ist sogar leicht versucht, anzunehmen, dass bei dem Gerling'schen Barometer diese Korrektionsänderung wirklich eingetreten sei, da das Mittel II (auf dasselbe Niveau wie I reduziert [was im nächstfolgenden Abschnitt vorgenommen wird]) grösser wie I ist. Man tut jedoch besser, da sich kein wirklich unumstösslicher Beweis, der nur in einer genauen Untersuchung und Vergleichung des Instrumentes mit einem Normalbarometer bestehen könnte, für eine solche Korrektionsänderung noch heute bringen lässt, aus noch im folgenden Abschnitte darzutuenden Gründen aus der einfachen Tatsache, dass ein 9jähriges Barometermittel grösser wie ein vorhergehendes 3jähriges Mittel ist, nicht deshalb sofort eine fehlerhafte Bestimmung oder eine störende Beeinflussung des ersteren Mittels (wie Gerling es auf p. 58 in der Anmerkung tut) anzunehmen. Wäre zu Gerlings Zeiten die Tatsache einer solch merkwürdigen Korrektionsänderung der Heberbarometer bekannt oder auch nur zu ahnen gewesen, so würde Gerling, der wie bereits hervorgehoben, so äusserst peinlich und sorgfältig die Ablesungen besorgte, kaum ihre Fesstellung versäumt haben[1]).

II. Dauer der Beobachtungszeit und Innehaltung der Beobachtungsstunden.

Die Beobachtungen erstreckten sich wie schon kurz angedeutet vom 20. Juni 1817 bis zum Schluss des Jahres 1828

1) Gerlings Andenken als exakter Beobachter und Kritiker ist besonders gesichert durch seine „Ausgleichungsrechnungen der praktischen Gemeotrie“, Hamburg 1843; s. auch C. Reinhertz, Geodäsie, Math. Encykl. VI. 1, Heft 1. 1906.

und zerfallen durch den Wohnungswechsel am 5. Juli 1820 noch in zwei Teile. Die von Gerling unmittelbar gewonnenen Barometermittel für die beiden Wohnungen sind:

Beobachtungsperiode I (20. Juni 1817 bis 5. Juli 1820)
27 Zoll 3,967 par. Linien = 739,828 mm,

Beobachtungsperiode II (22. Juli 1820 bis 1828 incl.)
27 Zoll 4,824 par. Linien = 741,761 mm.

Dass nun eine solche Beobachtungszeit von nicht voll 12 Jahren, die obendrein noch in eine solche von 3 und 9 Jahren zerrissen ist, nur unvollständig den mittleren Barometerstand eines Ortes in unseren Breiten wiederzugeben verspricht, erhellt aus der von Hann in seiner bereits erwähnten Arbeit auf p. 82 festgestellten Tatsache, dass selbst eine 30jährige Beobachtungszeit die Genauigkeit des Jahresmittels für Mittel-Europa erst auf $\pm 0{,}1$ mm sicherstellt. Auch Gerling ist sich dessen wohl bewusst und weist auch in der Anmerkung auf p. 59 seiner Arbeit darauf hin. Aus der in der Physik gewöhnlich angewandten Formel:

Wahrscheinlicher Fehler =

$$\pm 0{,}674 \sqrt{\frac{\text{Summe der Fehlerquadrate}}{n(n-1)}}$$ [1])

ergibt sich für das 3jährige Mittel der Beobachtungsperiode I

---

1) Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik. Leipzig und Berlin 1905, p. 2.

J. Hann braucht in seiner Abhandlung die „Fechner'sche" Formel zur Berechnung des wahrscheinlichen Fehlers w:

$$w = \frac{1{,}1955}{\sqrt{2n-1}} \times \text{mittlere Abweichung.}$$

G. Th. Fechner hat nämlich in seiner sehr interessanten Abhandlung: „Bestimmung des wahrscheinlichen Fehlers eines Beobachtungsmittels durch die Summe der einfachen Abweichungen (Pogg. Ann. Jubelbd. p. 72, 1874; Abh. d. Ges. d. Wiss. Leipzig 11, 1874) die Formel abgeleitet:

$$w = 0{,}6745 \sqrt{\frac{\pi}{2n + \pi - 4}} \cdot \frac{\Sigma \Delta}{n}$$

woraus als Näherungswert für $\pi - 4 = -1$ die obige Formel hervorgeht (ebenda pag. 73).

ein wahrscheinlicher Fehler von $\pm 0{,}388$ und für das 9jährige Mittel der Gerling'schen Beobachtungsperiode II als wahrscheinlicher Fehler $\pm 0{,}322$. Aus der Grösse dieser wahrscheinlichen Fehler infolge der Kürze der Beobachtungszeit ist der relative Unterschied der Mittel I und II (falls sie auf dasselbe Niveau reduziert werden) wohl erklärbar. Reduziert man nämlich die beiden Barometermittel für Gerlings Wohnungen vermittels der von ihm abnivellierten (auf p. 42 vorliegender Arbeit angeführten) Höhendifferenzen auf den Fachbaum des Mühlenwehres, so erhält man:

I. 745,27 mm $\pm 0{,}388$ mm
II. 745,79 mm $\pm 0{,}322$ mm.

Zur Erklärung dieser Differenz braucht also keine andere Ursache (wie Veränderung der konstanten Korrektion oder, wie Gerling allerdings auch nur als mögliche Hypothese aufstellt: Störung bedingt durch die Lokalität (cf. p. 57, 58 d. G. A.) herangezogen zu werden. Eher muss man sich wundern, dass der wahrscheinliche Fehler des aus nur 3 Jahreswerten gewonnenen Mittels I nicht bedeutend grösser ist. Das kann nur durch irgend einen Umstand verursacht sein, der die 3 Einzelwerte, aus denen I hervorgeht, näher zusammenliegen lässt, als derjenigen Sicherheit entspricht, welche in dem wahrscheinlichen Fehler des 9jährigen Mittels II zum Ausdruck kommt. Aus letzterem berechnet müsste der wahrscheinliche Fehler des 3jährigen Mittels I den Wert $\pm 0{,}322 \cdot \sqrt{3} = \pm 0{,}558$ haben. Der Wert I ist daher mit Misstrauen zu betrachten. Wir wollen dementsprechend nur das Mittel der 9jährigen Gerling'schen Beobachtungsperiode II als einwandsfrei betrachten und leiten aus diesem und dem Temperaturmittel II (cf. Abschnitt III p. 49 vorliegender Arbeit) für das Niveau des Fachbaumes am Mühlenwehr (176,784 m über N.-N.) den mittleren Barometerstand:

745,79 $\pm$ 0,32 mm[1])

1) Bei dieser und allen folgenden Reduktionen der Barometerstände auf ein anderes Niveau (abgesehen von der Reduktion des Barometer-

ab, korrigiert auf 0°, aber noch nicht korrigiert wegen der Abhängigkeit der Schwere von geographischer Breite und Meereshöhe (s. weiter unter V Seite 53 vorliegender Arbeit). Hieraus folgt dann für den um 57,387 m höher gelegenen Höhenbolzen No. 158 am Physikalischen Institute (cf. p. 64 vorliegender Arbeit) der insoweit noch nicht korrigierte Wert des mittleren Barometerstandes:

740,63 ± 0,32 mm.

Was weiter die Frage angeht, ob trotz der Willkürlichkeit in der Innehaltung der Beobachtungsstunden, (wie sie aus dem von p. 18—48 d. G. A. mitgeteiltem Beobachtungsmateriale hervorgeht, wo die mittlere Beobachtungszeit jedesmal beigesetzt ist) ein Barometermittel zu erwarten ist, welches hinreichend genau den wirklichen Barometerstand wiedergibt, so kann auch diese Frage ruhig bejaht werden. Es hat nämlich der tägliche Gang des Luftdruckes auf unserem in Betracht kommenden Gebiete nur einen sehr geringen Einfluss auf die Mittelwerte, wenn dieselben aus drei täglichen Beobachtungen abgeleitet worden sind (cf. Hann, Verteilung des Luftdr. etc. a. a. O. p. 13). Hann vergleicht dort die aus der Stundenkombination 7, 2, 9 gewonnenen Barometermittel ohne jegliche Korrektion mit denen aus der Kombination 6, 2, 10 Uhr gewonnenen, indem er beide als gleich hinreichend genau bestimmt annimmt.

Jedenfalls kann trotz der Willkür in der Wahl der Beobachtungsstunden und der zahlreichen kleineren und grösseren Unterbrechungen in der Beobachtung, wie sie ebenfalls aus dem mitgeteilten Beobachtungsmateriale sich ergeben, unmöglich aus solchen Gründen die grosse Fehlerhaftigkeit des Gerling'schen Schlussresultates für die Meereshöhe folgen. Der Grund für sein fehlerhaftes Schlussresultat ist nicht hier, sondern in der falschen Wahl von anderen in der Höhenformel vorkommenden Grössen zu suchen.

---

mittels auf den Meeresspiegel) wurde in Anbetracht der kleinen Höhendifferenzen die im Kohlrausch p. 146 angegebene sehr einfache Formel: $h = 18{,}400\ (1 + 0{,}004\,t)\ (\log.\ b_0 - \log.\ b_1)$ benutzt.

III. Temperaturbeobachtungen.

Gerling zieht selbst die Genauigkeit seiner Temperaturmittel arg in Frage, weil er sich wohl bewusst ist, dass es für Marburg wegen seiner merkwürdigen Berglage (cf. p. 13 d. G. A.) seine Schwierigkeiten hat, eine einwandsfreie Lufttemperatur zu finden. Ausserdem war zu seiner Zeit noch keineswegs die Frage über die zweckmässige Aufhängung des Thermometers entschieden, weshalb er auch, um eine Korrektion zu ermöglichen, genau die einzelnen Plätze, an denen das Thermometer sich befunden hat, beschreibt. Letzterer Umstand ermöglicht uns sofort, da jetzt die Frage der zweckentsprechendsten Aufhängung des Thermometers entschieden ist, das erstere Temperaturmittel 7,93° R. = 9,91° C. der Beobachtungsperiode 1817—1820 als viel zu hoch anzusprechen; denn das Thermometer hing hier ungefähr in einer Höhe mit demjenigen der Sternwarte, welches nach Linz[1]) eine mittlere Temperatur von 8,26° ergeben hat. Der Grund für die viel zu hohe Temperatur von 9,91° ist einzig und allein in der Aufhängung des Thermometers zu suchen, indem dasselbe unmittelbar an der Fensterbank hing, wodurch von vornherein eine Steigerung der Temperatur durch Leitung und Strahlung bedingt werden musste (da in unseren Breiten infolge der überwiegenden winterlichen Zeit selbst die äusseren Wände von Wohnungen im Jahresmittel eine höhere Temperatur als die sie umgebende Lufthülle besitzen)[2]) und unmöglich die reine Lufttemperatur auch nur annähernd zum Ausdruck kommen konnte. Gerling scheint sich der Nachteile einer solchen Thermometer-Aufhängung auch sehr bald bewusst geworden zu sein, indem er in seiner neuen Wohnung dasselbe $1—1^1/_2$ Fuss (cf. p. 4 d. G. A.) von der Fensterbank entfernt aufhing, wodurch die Aufhängung des Thermometers zwar noch keineswegs allen

1) Siehe Linz (Nähere Litteraturangabe I. Teil p. 10, Anmerkung 1 vorliegender Arbeit) a. a. O. Seite 8.

2) Aus demselben Grunde heisst es auf der Rückseite der Jahresmitgliedskarten der Deutschen meterolog. Gesellschaft bei inneren Stationen grosser Städte in Bezug auf die Temperaturen: „ausserhalb der inneren Stadt ist das Jahresmittel um 0,3 bis 0,9° C. kleiner".

Anforderungen entsprach, aber doch immerhin zum wenigstens annähernd das Thermometer die Lufttemperatur wiedergeben konnte. Äusserst störend wirkt freilich der in der zweiten Wohnung noch einmal vorgenommene Platzwechsel des Thermometers, lässt aber immerhin noch eine Vereinigung der beiden Temperaturmittel zu, wie sie Gerling auf p. 50 seiner Arbeit vorgenommen hat. Das Jahr 1823, in welchem nur während der Wintermonate observiert wurde, ist selbstredend bei der Mittelbildung der Lufttemperatur auszuschliessen. Das Temperatur-Mittel der II. Beobachtungsperiode (1820—28) nämlich 6,69° R. = 8,36° C. ist infolge der besseren Aufhängung des Thermometers auch ganz brauchbar ausgefallen und kann ohne Bedenken bei der Rechnung benutzt werden; es ist entsprechend der ca. 20 m tieferen Lage der zweiten Gerlingschen Wohnung unter der Sternwarte etwas höher als der Linz'sche Wert 8,26° für die Sternwarte ausgefallen. Reduziert man das Gerling'sche Temperaturmittel II noch auf den Fachbaum und den Höhenbolzen No. 158 am Physikalischen Institute, so erhält man, falls man den vertikalen Gradienten als — 0,005° annimmt:

Fachbaum (Meereshöhe 176,78 m über N.-N.):

Lufttemperatur = 8,58°

Höhenbolzen No. 158 am Physik. Institute (Meereshöhe 234, 17 m über N.-N.):

Lufttemperatur = 8,30°.

Der Linz'sche Wert, auf den Nummerbolzen reduziert, ist ebenfalls = 8,30°.

C. Resultate.

IV. Die zur Rechnung benutzte Höhenformel.

Gerling benutzte zu seinen Rechnungen die Höhenformel:

$$H = C\,(1 - a\cos 2P)\left(1 + \frac{T+t}{2c}\right)\log\frac{b}{B} - h.$$

Es bedeuten hierin:

H die Meereshöhe des gesuchten Punktes in par. Fuss (also hier des Fachbaumes);

h die abnivellierte Höhendifferenz zwischen dem Fachbaum und den beiden Beobachtungsorten (also seinen beiden Wohnungen);

B der auf 0° reduzierte Barometerstand (in par. Linien);

T die Lufttemperatur (in Reaumur-Graden) am Beobachtungsorte;

b und t die entsprechenden Grössen am bis unter Marburg fortgesetzt gedachten Meeresspiegel;

P die Polhöhe (Breite) des Beobachtungsortes.

Bezüglich der vorkommenden Konstanten $C = 56446$, $a = 0{,}002709$, $c = 207$ kann auf die Gerling'sche Arbeit p. 52 und 53 und die dort zitierte Litteratur verwiesen werden. In der Formel ist mittlere Sättigung der Luft mit Wasserdampf voraus gesetzt und eine der Höhe proportionale Abnahme der Temperatur in der Atmosphäre angenommen, eine Annahme, die zu Gerlings Zeit als die einfachste gemacht wurde. Inzwischen hat man erkannt, dass diese Annahme ausserdem theoretische Konsequenz des convektiven Gleichgewichtes in der Atmosphäre ist.[1]) Wenn wir die Gerling'sche Formel vergleichen mit den jetzt gebräuchlichen Höhenformeln, in denen ebenfalls mittlere Sättigung der Luft angenommen ist, z. B. mit derjenigen von A. Sprung:[2])

$$h = 18432\ (1 + 0{,}00390\tau)\ (1 + 0{,}0026 \cos 2\varphi) \log \frac{P}{p},$$

oder mit der im Kohlrausch (Ausgabe 1905) p. 146 angegebenen Formel[3]) (in der auch noch die Spannkraft des Wasserdampfes Aufnahme gefunden hat):

$$h = 18430\ (\log b_0 - \log b_1)\ (1 + 0{,}00367\, t)\ (1 + 0{,}0026 \cos 2\varphi + 0{,}0000002\, H + \frac{3}{16}\left(\frac{e_0}{b_0} + \frac{e_1}{b_1}\right)),$$

1) Helmholtz, Vorlesungen, VI. pag. 197, 198. Leipzig 1903.

2) Lehrbuch der Meteorologie von Dr. A. Sprung, p. 77. Hamburg 1885.

3) Bei der Kohlrausch'schen Formel ist zu bemerken, dass bei ihr die Barometerstände, als noch nicht korrigiert wegen der Veränderung

so muss der Gegensatz des Vorzeichens in dem Korrektionsgliede wegen Änderung der Schwere mit der geographischen Breite in der Gerling'schen und den anderen Formeln befremden. Die Sprung'sche und die Kohlrausch'sche Formel sind in den betreffenden Lehrbüchern hergeleitet und ist an ihrer Herleitung, insbesondere auch betreff des Vorzeichens in dem fraglichen Korrektionsgliede, nichts zu beanstanden. Es muss also das Vorzeichen in der Gerling'schen Formel falsch sein. Gerling bringt keine Herleitung seiner Formel, gibt auch nicht an, woher er sie entlehnt hat. Es gibt aber Gehler[1]) in seinem Physikalischen Wörterbuche eine Höhenformel mit demselben falschen Vorzeichen an, nämlich:

$$h - H = 56385\left(1 + \frac{H' + h'}{r}\right)(1 - 0{,}0026\cos 2\varphi)\left\{\log\frac{P'}{p'} + \frac{0{,}868\,(h' + H')}{r}\right\}.$$

Diese Formel ist bei Gehler aus der auf der vorhergehenden Seite stehenden Differentialgleichung:

$$\frac{dp}{p} = -\frac{D}{P}dh\left(1 - \frac{2h}{r}\right)(1 - 0{,}0026\cos 2\varphi)$$

hergeleitet. Um nun das Vorzeichen in $(1 - 0{,}0026\cos 2\varphi)$ auf seine Richtigkeit zu prüfen, sehen wir bei der Differentialgleichung von dem Korrektionsgliede $\left(1 - \frac{2h}{r}\right)$ zur Vereinfachung der Rechnung ganz und gar ab und integrieren links von P' bis p' und rechts von H bis h, es ergibt sich alsdann:

$$\lg\frac{P'}{p'} = -\frac{D}{P}(H - h)(1 - 0{,}0026\cos 2\varphi) \text{ oder:}$$

$$\lg\frac{P'}{p'} = \frac{D}{P}(h - H)(1 - 0{,}0026\cos 2\varphi).$$

---

der Schwere mit vertikaler Erhebung und mit der geographischen Breite eingeführt werden müssen, da bei ihr diese Korrektion bereits in die Formel aufgenommen worden ist (cf. Kohlrausch p. 147, Ableitung der Formel).

1) Johann Samuel Traugott Gehler's Physikalisches Wörterbuch. Bd. V, p. 290. Leipzig 1829.

Führen wir jetzt Brigg'sche Logarithmen ein und setzen die Werte für D und P (cf. Gehler V, p. 289) ein, so wird:

$$h - H = \frac{56385}{1 - 0{,}0026 \cos 2\varphi} \cdot \log \frac{P'}{p'}$$

$$h - H = 56385\,(1 + 0{,}0026 \cos 2\varphi) \log \frac{P'}{p'},$$

da $\frac{1}{1 - 0{,}0026 \cos 2\varphi} = 1 + 0{,}0026 \cos 2\varphi + (0{,}0026 \cos 2\varphi)^2 + \ldots$ ist, und die quadratischen und höheren Glieder vernachlässigt werden können. Es ist demnach in der Gehler'schen Formel das Vorzeichen in $1 - 0{,}0026 \cos 2\varphi$ durch Rechen- oder Druck-Fehler falsch. Vielleicht hat Gerling seine Formel Gehler entlehnt, da er sich auch sonst häufig auf Gehler bezieht (bei der Konstanten C z. B. p. 53 d. G. A.) und wäre alsdann die Herkunft des Fehlers aufgedeckt. Im Übrigen trägt dieser Fehler in der Gerling'schen Höhenformel nur sehr wenig zur Verfälschung des Resultates bei und die Gerling'sche Formel gibt auch sonst keine erheblichen Abweichungen gegenüber den jetzt angewandten, so dass hierin die starke Fehlerhaftigkeit der Gerling'schen Berechnung der Meereshöhe Marburgs nicht begründet sein kann. So ergibt z. B. die Sprung'sche Höhenformel, falls man die Gerling'schen Werte (auf m, mm, Celsiusgrade umgerechnet) einführt, für den Fachbaum eine Meereshöhe von 192,317 m (für Beobachtungsperiode I) und 186,662 m (für II). Diese Werte unterscheiden sich von den Gerling'schen nur um 1,127 bezw. 0,905 m. Die Formel bei Kohlrausch führt (falls man für den Dampfdruck e_0 und e_1 die Werte, welche der halben Sättigung der Luft mit Wasserdampf entsprechen einführt) zu fast vollkommen denselben Resultaten wie die Sprung'sche Formel. (Die Differenz beträgt nur ein paar Millimeter.) Immerhin sind (auch abgesehen von dem falschen Vorzeichen des einen Gliedes) die Werte der Konstanten in der Formel von Sprung und von Kohlrausch jedenfalls zutreffender als in derjenigen Gerlings.

V. Polhöhe und Reduktion der eingeführten Barometermittel.

Die von Gerling in die Formel eingeführte Polhöhe ist — was ganz und gar nicht in Betracht kommt — um 16,31 Sekunden grösser als die später von Mauritius[1]) im Jahre 1862 auf 50°48′44″,09 ± 0,11 bestimmte. (Kohlrausch gibt die Polhöhe Marburgs in seinem Lehrbuch der praktischen Physik auf p. 644 abgekürzt auf 50°,81 an; dieser Wert ist identisch mit dem Mauritius'schen, denn 50°48′44″,09 ist gleich 50°,81225.)

Die in die Höhenformel einzuführenden Barometermittel reduzierte Gerling nur hinsichtlich der Temperatur. Er unterliess mit Recht (s. Anm. 3 auf p. 50 v. A.) die Reduktion wegen der Änderung der Schwere nach Breite und Höhe. Diese Korrektionen waren aber auch zu Gerlings Zeiten überhaupt noch nicht üblich, werden jedoch jetzt als unbedingt erforderlich anerkannt. Die Korrektion des Barometerstandes wegen Abnahme der Schwere mit der Höhe fällt für Marburg weniger ins Gewicht; denn sie beträgt nach den sehr handlichen Tafeln von Pernter[2]) nur −0,03 mm. Diejenige hingegen wegen Änderung der Schwere nach geographischer Breite ist schon recht bedeutend zu nennen. Sie beträgt nämlich für Marburg als Reduktion auf 45° Breite, wie jetzt üblich, berechnet +0,38 mm (cf. Tafeln von Pernter). Insgesamt betrüge also die Schwerekorrektion am Barometerstand + 0,35 mm. J. M. Pernter kennzeichnet in seiner bereits erwähnten Arbeit auf S. 168 die Notwendigkeit der Anbringung aller Reduktionen treffend mit den Worten: „Es scheint mir ganz inkonsequent, zu verlangen, dass die Barometerstände von einigen Einflüssen korrigiert und von anderen nicht korrigiert zur Verwendung kommen. Bevor man einen Barometerstand als Mass des Luftdruckes angibt, muss ersterer korrigiert worden sein

1) Richard Mauritius, Bestimmung der Polhöhe von Marburg. Dissertation Marburg 1862.

2) Dr. J. M. Pernter, Über die barometrische Höhenmessformel. Repertorium der Physik. 24. 1888.

a) wegen der Temperatur, b) wegen des Instrumentalfehlers, c) wegen der Änderung der Schwere nach der Breite und d) wegen der Änderung der Schwere nach der Höhe. Es wäre mehr als wünschenswert, wenn die Korrektion wegen aller dieser Einflüsse ebenso selbstverständlich würde für alle, welche je eine Barometerbeobachtung machen, wie es heute die Temperaturkorrektion ist, und es ist und bleibt zum mindesten eigentümlich, dass dies heute noch nicht selbstverständlich ist."

Die nachträgliche Anbringung der Korrektionen c und d in der vorhin angegebenen Grösse ändern die vorhin umgerechneten Gerling'schen Werte (auf S. 46 u. 47 vorliegender Arbeit) zu den folgenden ab:

Fachbaum am Mühlenwehr **746,14 ± 0,32,**
(Meereshöhe 176,78 m über N.-N.)
Nummerbolzen 158 am Physik. Institute **740,98 ± 0,32.**
(Meereshöhe 234,17 m über N.-N.)

In die barometrische Höhenformel sind dagegen, wie S. 50, Anm. 3 vorl. Arb. bemerkt, die unkorrigierten Werte einzuführen, wenn wenigstens für gleiche geogr. Breite ermittelte Barometerstände verschiedener Höhen als b_0 und b_1 in Kohlrausch's Formel eingeführt werden. Anderenfalls muss an deren Stelle eine andere Formel treten.

VI. Verbesserung der in die Höhenformel eingeführten Werte des Barometerstandes und der Lufttemperatur des bis unter Marburg fortgesetzt gedachten Meeresspiegels.

Am schwierigsten war wohl für Gerling eine einwandsfreie Feststellung bezw. Wahl des Barometerstandes und der Lufttemperatur des bis unter Marburg fortgesetzt gedachten Meeresspiegels. Er musste (cf. p. 53 d. G. A.) aus den an anderen weitentlegenen Orten im Meeresspiegel beobachteten Grössen diejenigen von Marburg zu interpolieren suchen. Zu Grunde legte er dieser Interpolation eine Zusammenstellung der mittleren Barometerstände im Niveau des Meeres unter

den verschiedenen Breiten, die im Gehler'schen[1]) Physikalischen Wörterbuche zu finden ist. Es ist dort der auf 0° reduzierte Barometerstand für 50° Breite auf 338,0930 par. Linien = 762,682 mm angegeben, während er in Wirklichkeit, wie jetzt festgestellt ist, bedeutend kleiner ist, nämlich nur 760,7 mm[2]) beträgt. Ebenso sind die Bohnenberger'schen Angaben für die Nordsee 338,20 p. L. = 762,91 mm und für das Mittelmeer 338,00 p. L. = 762,46 mm (Gehler ebendaselbst), wodurch Gerling seine Interpolation zwischen Hamburg und Marseille gestützt glaubt, viel zu hoch. In Rücksicht auf die fast vollkommen einwandsfreien von Gerling selbst an Ort und Stelle bestimmten Barometermittel, müssen dermassen von der Wirklichkeit abweichende Werte, wie sie zu Gerlings Zeiten für das Meeresniveau bestimmt waren, nicht wenig auffallen. Gestützt auf solch unzuverlässiges Beobachtungsmaterial kann natürlich Gerlings Interpolation, quer durch den Kontinent hindurch, für das Meeresniveau von Marburg nur eine höchst unzuverlässige Barometerhöhe, nämlich 388,12 p. L. = 762,731 mm (noch nicht korrigiert wegen der Schwere, wodurch die Barometerhöhe sich sogar auf 763,111 mm erhöhen würde) ergeben, die von der durch Hann (Verteilung des Luftdr. etc. p. 170) auf 761,9 mm (die aber in 762,5 mm zu verbessern ist),[3]) bestimmten bedeutend abweicht. Worin

---

1) Johann Samuel Traugott, Gehler's Physikalisches Wörterbuch. I. Bd., p. 918. Leipzig 1825.

2) Julius Hann, Lehrbuch der Meteorologie, p. 352. Leipzig 1905.

3) Hann hat sein Barometermittel für den Meeresspiegel Marburgs 761,9 mm durch Reduktion des für Marburg aus 15jährigen Beobachtungen von Linz berechneten Barometermittels von 740,0 mm abgeleitet. Hierbei hat Hann das Linz'sche Mittel 740,0 mm als vollkommen korrigiert angenommen, was es in Wirklichkeit nicht ist, wie im Abschnitt D noch des Näheren gezeigt werden wird. Selbstredend darf jedoch zur nachherigen Berechnung der Meereshöhe von Marburg dieses Barometermittel (auch verbessert) nicht verwendet werden, da es ja Hann erst durch Reduktion unter Voraussetzung der abnivellierten Meereshöhe Marburgs gebildet hat. Die abnivellierte Meereshöhe für jenes Barometermittel hat Hann auf 240,2 m über N.-N. bei seiner Reduktion angenommen (cf. p. 153 und 155 seiner bereits oft erwähnten Arbeit), während sie in Wirklichkeit mehr, nämlich 242,8 m über N.-N. beträgt. (Näheres hierüber siehe ebenfalls im Abschnitt D vorliegender Arbeit.) Das Hann'sche Mittel, welches nach Berücksichtigung der soeben erwähnten Verbesserungen sich in

Gerlings Fehler begründet ist, würde sich nach den Jahres-Isobarenkarten von Hann (die in seiner schon öfters erwähnten Arbeit: „Verteilung des Luftdruckes über . . .“ und in seinem „Atlas der Meteorologie“ [1]) enthalten sind), leicht wie folgt ergeben. Es liegt nämlich Marburg ungefähr auf der geraden Verbindungslinie der beiden Küstenstädte Hamburg und Marseille, die beide von der Isobare 761,0 mm geschnitten werden. Jetzt könnte man versucht sein, den Barometerstand von Marburg im Meeresniveau ebenfalls auf 761,0 mm festzusetzen, indem man zwischen Hamburg und Marseille Gleichheit des Luftdruckes annehmen würde. Gerling, dessen Barometermittel für die Nordsee und das Mittelmeer etwas verschieden waren, nahm entsprechend eine regelmässige Verteilung bezw. Abstufung zwischen den beiden Meeren an. Diese ist jedoch in Wirklichkeit nicht vorhanden; sondern es liegt, wie jetzt allgemein bekannt ist, über dem nördlichen Teile der Alpen und dem Alpenvorland (bis zur Donau, bei der oberen Danau sogar noch über dieselbe hinausreichend) ein Barometer-Maximum von 763,0 mm. Das Maximum stuft sich von der Donau bis zur Nordsee ziemlich regelmässig, zuerst langsamer, dann schneller, ab. Infolgedessen wird Marburg, welches ungefähr in der Mitte zwischen der Nordseeküste und der oberen Donau (letzterer allerdings etwas näher) liegt, einen mittleren Barometerstand im Meeresniveau von etwas mehr wie 762,0 mm (etwa 762,2 oder 762,3 mm) haben. Dieser Wert kommt dem, auf prinzipiell verschiedenem Wege, der für unseren Zweck ein circulus vitiosus wäre,

---

762,5 mm umändert (cf. Abschnitt D), kann nur die grössere oder geringere Genauigkeit des durch ähnliche Interpolationen (wie sie Gerling zur Ableitung seines Barometermittels benutzt hat) gebildeten Barometermittels des bis unter Marburg fortgesetzt gedachten Meeresspiegel dartun.

1) Atlas der Meteorologie (Berghaus, Physikalischer Atlas, Abteilung III) von Julius Hann. Gotha 1887. Justus Perthes.

Im begleitenden Text sind Quellen, insbesondere auch für die ozeanischen Isobaren, und Erläuterungen angegeben.

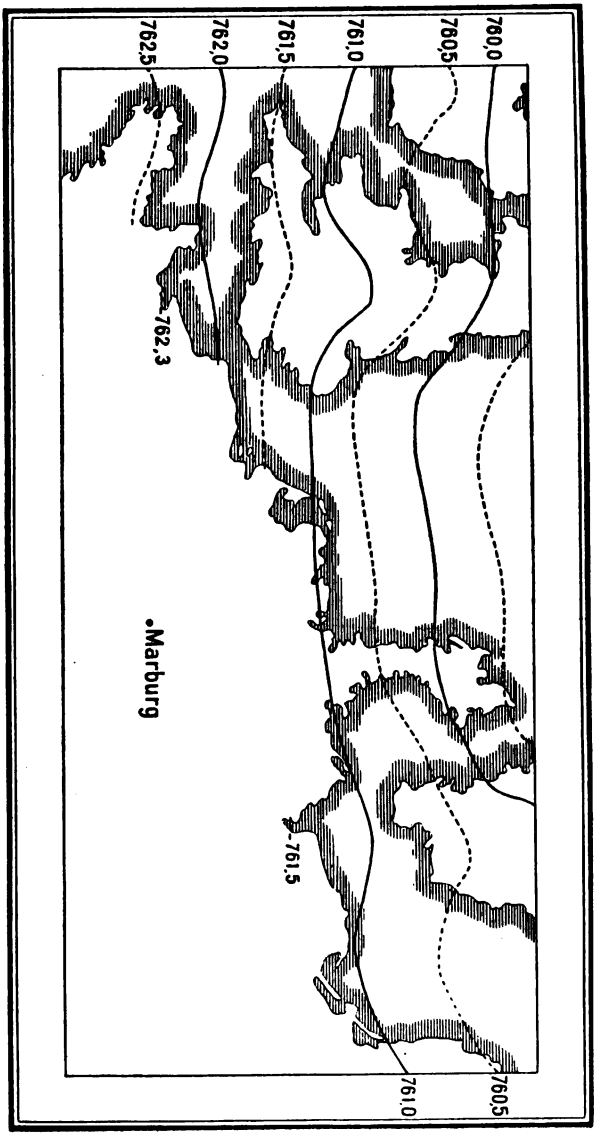
mittels der abnivellierten Höhe von Marburg (cf. p. 55 vorliegender Arbeit) auf 762,5 mm bestimmten ausserordentlich nahe. Auch die viel neuere Isobaren-Karte von Rung[1]) liefert mittels ähnlicher Überlegungen dasselbe Resultat. Bei Rung fehlt allerdings das lokale Maximum über den Alpen, ist aber auch nach seiner Karte durchaus nicht ausgeschlossen, da Rung in dem in Frage stehenden Gebiete die Mittel von weniger Stationen seiner Karte zu Grunde gelegt hat.

Indessen liegt vorstehender berichtigter Gerling'scher Benutzung der Linie Marseille—Hamburg die Kenntnis der auf Meereshöhe reduzierten Barometerstände im Inneren des Kontinentes zu Grunde, und diese Reduktion kann wiederum nur bei Bekanntschaft mit den Meereshöhen aus Nivellements ausgeführt werden. Von jedem Nivellement frei ist aber folgende mir von Professor Richarz angegebene Ermittelung des mittleren Barometerstandes für den bis unter Marburg fortgesetzt gedachten Meeresspiegel. Man nehme an als bekannt nur die an den benachbarten Küsten und angrenzenden Meeresteilen beobachteten Barometermittel und zwar der Ost- und Nordsee und des Atlantischen Ozeans um Frankreich. Aus der Jahresisobarenkarte von Rung ist das folgende Isobarenkärtchen auf umstehender Seite in obiger Weise ausgeführt.

Bei ungezwungener Verlängerung der Isobaren 761,5 bis 762,5 ins Innere des Kontinentes hinein, würde Marburg etwa auf der Isobare 762,4 liegen. Erlaubt ist diese Schlussweise nur aus folgendem Grunde. Marburg liegt, wie das Kärtchen deutlich zeigt, in einem Halbkreise von Küsten, und nach Klima völlig noch im ozeanischen Gebiete. Auch die kürzlich erst erschienene Regenkarte Hellmanns[2]) zeigt dieses aufs

1) Répartition de la pression atmosphérique sur l'Europe, observée de 1881 à 1895 et direction moyenne du vent sur les litteraux par le capitaine G. Rung. Copenhague 1904. „Toutes les valeurs sont réduites au niveau de la mer et corrigées de la variation de la pesanteur (ib. p. 7).“

2) Regenkarte der Provinzen Hessen-Nassau und Rheinland von G. Hellmann, Berlin 1903, Dietrich Reimer. Siehe dort auf Seite 19 die Zusammenstellung der Niederschlagshöhen der preussischen Provinzen.


760,0
760,5
761,0
761,5
762,0
762,5
762,3
Marburg
761,5
760,5
761,0

deutlichste; die Niederschlagsmengen an den Gebirgen in Marburgs Umgegend i. w. S. sind relativ gross an den westlichen Abhängen, klein an den östlichen. Dementsprechend liegt Marburg auch in der Nähe regelmässig verlaufender ozeanischer Isobaren. Ein Resultat gibt die obige Überlegung deshalb, weil die Isobaren von den friesischen Inseln an nach Süden hin keineswegs mehr längs der Küste verlaufen, sondern diese schneiden und ins Innere des Kontinents eindringen.

Nicht viel besser verhält es sich mit der für das Meeresniveau von Marburg angenommenen Lufttemperatur von 8,6° R. = 10,75° C., welche Gerling aus der für vorliegenden Zweck ziemlich komplizierten Formel:[1])

$$t = t' \cos P^2 - 100 \log\left(\frac{B}{b}\right),$$

wo t' und B die Temperatur und die Barometerhöhe am Äquator bedeuten, berechnet. Diese Formel, die wir zwar heute nicht mehr anwenden, würde immerhin eine brauchbare Temperatur für das Meeresniveau von Marburg geliefert haben, wenn nur zu Gerlings Zeiten t' und B hinreichend zuverlässig bestimmt gewesen wären. Benutzt man nämlich die von Hann (Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig 1905, p. 114 und 352) für den Äquator angegebenen Werte $t' = 25{,}9$ und $B = 758{,}0$ mm statt der von Gerling gebrauchten Humboldt'schen Werte $t' = 21{,}5°$ R. $= 26{,}9°$ C. und $B = 28{,}15$ Zoll $= 762{,}01$ mm, so ergibt die Formel für t den Wert 9,40° C., welcher dem mit den jetzigen Hülfsmitteln bestimmten 9,47° verhältnismässig sehr nahe kommt. Heute pflegt man bekanntlich, da der hierfür geltende vertikale Gradient $-0{,}005°$ aus zuverlässigen

---

1) Handbuch der Naturlehre von G. G. Schmidt. Giessen 1813; (a. a. O. p. 615—19 wird die Formel hergeleitet und eingehend besprochen).

Beobachtungen bekannt ist, die Temperatur t für das Meeresniveau eines Ortes sehr einfach aus

$$t = \text{Lufttemperatur} + 0{,}005 \times \text{Meereshöhe}$$

zu bestimmen. Diese viel einfachere Rechnung ergibt für Marburg aus dem zuverlässigen Gerling'schen Temperaturmittel II den Wert 9,47°. Mithin hat Gerling infolge der höchst unzuverlässigen Daten für den Äquator in die Höhenformel eine Temperatur eingeführt, die von der wirklichen um 1,28° abweicht und daher merklich, wenn auch längst nicht in dem Masse wie das für den Meeresspiegel von Marburg fälschlich gewählte Barometermittel, das Endresultat beeinflussen muss.

VII. Schlussberechnung der Gerling'schen Beobachtungen.

Zur Schlussberechnung der Meereshöhe des Fachbaumes am Mühlenwehr benutzen wir die aus Gerlings Beobachtungen gefundenen Grössen für den Fachbaum, nämlich das Barometermittel 745,79 $\pm$ 0,32 mm und das Temperaturmittel 8,58°. Endlich nehmen wir die im letzten Abschnitt für den bis unter Marburg fortgesetzt gedachten Meeresspiegel bestimmten Grössen $b = 762{,}02$ mm (aus 762,4—0,38 gebildet, da 762,4 nach der Anmerkung 1 p. 57 v. A. vollständig korrigiert ist, in die Kohlrausch'sche Formel aber Barometermittel nach Anmerkung 3 Seite 50 v. A. einzuführen sind, die noch nicht nach der Schwere korrigiert sind) und $t = 9{,}40°$. Dann ergiebt die Kohlrausch'sche Formel p. 50 für den Fachbaum eine Meereshöhe von 178,554 m. Diese Meereshöhe ist entsprechend der Schlussweise auf Seite 57 vom mittleren Spiegel des Atlantischen Ozeans und des Kanales an den Küsten Frankreichs gerechnet und bedarf um auf N.-N. reduziert zu werden noch der kleinen Korrektion von rund —15 cm, welche sich aus der Gesamtausgleichung der Mittel- und West-Europa durchkreuzenden Nivellementszüge ergiebt.[1]) Sie ist etwas grösser

1) Landes-Aufnahme und Generalstabs-Karten v. P. Kahle Berlin 1893, Verlag von Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Berlin.

als die Korrektion von —14,3 cm, welche nach dem Vorstehenden Seite 42 das Mittelwasser der Nordsee auf N.-N. reduziert. Durch Anbringung der Korrektion von —15 cm reduciert sich daher die barometrisch berechnete Höhe des Fachbaumes auf 178,40 m über N.-N. Vergleichen wir die gefundene Höhe mit der durch Nivellements-Ausführung gefundenen von 176,78, so ergiebt unsere Neuberechnung ein nur um 1,62 m zu grosses Resultat, welches in Anbetracht der Fehlergrenze des Gerling'schen Barometermittels von $\pm$ 0,32 mm sehr gut zu nennen wäre. Schon Gerling würde dieses Resultat bzw. ein nur wenig davon verschiedenes erhalten haben, wenn er die Grössen b und t nach einwandfreiem Beobachtungsmateriale hätte bestimmen können. Wir können infolgedessen Gerling nicht die Anerkennung versagen, wirklich meisterhaft beobachtet zu haben, und für sein abweichendes Resultat ist nicht er, sondern seine Zeit verantwortlich zu machen.

D. Besprechung der Linz'schen Bestimmung des Barometermittels.

Linz hat in seiner bereits mehrmals erwähnten Arbeit („Klimatische Verhältnisse von Marburg auf Grund fünfzehnjähriger Beobachtungen an der meteorologischen Station daselbst") das Barometermittel von Marburg aus der Beobachtungsperiode 1866—1880 auf 740,0 mm (genauer 740,04 mm) bestimmt. [In der Tabelle IX auf Seite 3 seiner Arbeit ist infolge eines Druckfehlers, wie man leicht durch Wiederholung der Mittelbildung nachkommen kann, das Barometermittel auf 740,4 mm angegeben]. Das Linz'sche Barometermittel 740,0 mm wird in der Litteratur als der wahre (d. h. vollkommen korrigierte cf. p. 53 und 54 vorliegender Arbeit) mittlere Barometerstand Marburgs a. L. zitiert. Auch Haun tut solches in seiner

bereits oft erwähnten Arbeit. Linz selbst lässt sich in seiner Arbeit nicht näher über die vollkommene bezw. unvollkommene Korrektion seines Barometermittels aus. Er schreibt zwar auf p. 13 seiner Arbeit: „Aus den 3täglichen Beobachtungen wurde nach angebrachter Korrektion das Tagesmittel und aus den Tagesmitteln das Monatsmittel als arithmetisches Mittel berechnet.“ Da es nun in damaliger Zeit (die Linz'sche Arbeit erschien 1883) noch durchaus nicht als selbstverständlich betrachtet wurde neben der Instrumental- und Temperatur-Korrektion auch die Korrektion wegen der Veränderung der Schwere nach geographischer Breite und Meereshöhe anzubringen, so durfte schon aus der nicht besonderen Anführung der letzteren Korrektion auf eine Nichtanbringung derselben geschlossen werden. Gestützt wurde dieser Schluss noch wesentlich durch den von Linz selbst auf Seite 30 seiner Arbeit vorgenommenen Vergleich seiner und der Gerling'schen Barometermittel. Da nämlich die Gerling'schen Barometermittel der Schwerekorrektion entbehren (wie in der Gerling-schen Arbeit ausdrücklich hervorgehoben ist), so hätte Linz, falls seine Barometermittel vollkommen korrigiert gewesen wären, noch nachträglich an die Gerling'schen Mittel die Schwerekorrektion anbringen müssen, bevor er sie mit den seinigen hätte vergleichen können. Um aber ganz sicher zu gehen, fragte Verfasser hierüber bei Herrn Dr. Linz persönlich an und erhielt seine Vermutung betreff der Nichtberücksichtigung der Schwerekorrektion bestätigt. Es ist demnach an dem Linz'schen Barometermittel noch eine Korrektion von + 0,35 (cf. p. 53 vorliegender Arbeit) anzubringen, und der wahre mittlere Barometerstand von Marburg a. L. beträgt demnach aus den Jahren 1866—1880 nicht 740,04 mm (abgekürzt 740,0), sondern 740,39 mm (abgekürzt 740,4). Rein zufällig ist demnach der infolge eines Druckfehlers auf Seite 30 der Linz'schen Arbeit auf 740,4 mm angegebene (nicht vollkommen korrigierte) Barometerstand der für die Jahre 1866 bis 1880 wahre mittlere Barometerstand von Marburg. Letzteres

ist deshalb besonders hervorzuheben, weil der erwähnte Druckfehler teilweise nicht bemerkt worden ist, und infolgedessen schon früher (z. B. auf der im grossen Hörsaal des Physikalischen Institutes zu Marburg seit dem Jahre aufgehängten Tafel „der meteorologischen Daten Marburgs“) der wahre Barometerstand Marburgs aus jener Epoche bereits zufällig ganz zichtig auf 740,4 mm angegeben wurde.

Die Meereshöhe für den Nullpunkt des Barometers gibt Linz auf 240,22 m an. „Diese Höhe (schreibt Linz auf Seite 7 seiner Arbeit) ist nach Gauss berechnet von den Küsten der Nordsee bei Longwarden und eine Korrektion von —5 par. Fuss = —1,62 m reduziert sie auf die Höhe der Ostsee bei Swinemünde.“ Niveauunterschiede der Nordwest-Europäischen Meere von 1,62 bestehen überhaupt nicht, wie aus den bereits erwähnten Arbeiten von Börsch (a. a. O. Seite 2) und Kahle (a. a. O. Seite 54, Anmerkung) [1]) hervorgeht; über Longwarden selbst ist leider in diesen beiden Arbeiten keine Angabe enthalten. Infolgedessen wäre eine Reduktion der Linzschen Meereshöhe auf Swinemünde und von da auf Normal-Null von vornherein nicht einwandfrei gewesen. Ausserdem war es auch wünschenswert, da 1890 das Barometer der Meteorologischen Station Marburgs ein Stockwerk tiefer aufgehängt wurde, die Seehöhe des Barometers auf eine fixe, leicht auffindbare Höhenmarke noch nachträglich zu beziehen. Letzteres wurde Verfasser nur dadurch ermöglicht, dass einer der damaligen Beobachter, Engel, der frühere Mechaniker des Physikalischen Institutes, den Höhenabstand des Barometernullpunktes vom Fussboden bis auf eine Unsicherheit von 2—3 cm verbürgt noch angeben konnte. Dieser Höhenabstand beträgt 0,82 m. Verfasser schloss deshalb mittels einer sehr

1) So wurde noch in den sechziger Jahren das Mittelwasser der Ostsee zu 5,34 par. Fuss = 1,735 m über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels angenommen; die neueren Nivellements haben festgestellt, dass ersteres vermutlich 0,05 m über letzterem liegt; man ersieht hieraus, wie sehr bereits infolge der verschiedenen Ausgangspunkte die Zuverlässigkeit der älteren Höhenangaben beeinträchtigt wurde.“

leicht vorzunehmenden Vermessung den damaligen Barometer-Nullpunkt an den am Physikalischen Institute sich befindenden Höhenbolzen No. 158 (der nach Angabe des Königl. Katasteramtes I zu Marburg 234,171 m über N.-N. liegt) an. Der Höhenabstand „Linz'scher Barometernullpunkt—Höhenbolzen" ergab sich als 8,61 m. Mithin hätte das Barometer während der Beobachtungsperiode 1866—80 in einer Höhe von 234,171+8,61 = 242,781 m über N.-N. gehangen. Diese Meereshöhe unterscheidet sich von der Linz'schen (falls man die von diesem angegebene Korrektion von —1,62 m als zu Recht bestehend annehmen wollte, und da ferner eine Korrektion von +0,065 m (cf. Börsch p. 87—88)[1]) Höhen von Swinemünde in solche über N.-N. überführt) um etwas über 4 m. Hann dagegen zitiert (wie bereits in v. A. auf Seite 55, Anmerkung 2 hervorgehoben wurde) die von Linz angegebene Meereshöhe von 240,22 m über Longwarden als solche über N.-N., wozu er in Anbetracht der kleinen Niveauunterschiede der einzelnen Nullpunkte der Ost- und Nordsee sich wohl berechtigt fühlen konnte. Der Fehler ist durch die Hann'sche Annahme bedeutend kleiner geworden, beträgt aber immerhin noch 2,6 m. Da nun Hann seiner Berechnung des Barometerstandes für Marburg in Meereshöhe diese fehlerhafte Seehöhe und das ebenfalls fehlerhafte Barometermittel von 740,0 mm zu Grunde legte, so erhält Hann einen nicht richtigen Wert. (Die im Kohlrausch (1905) auf Seite 148 für die Reduktion eines Barometerstandes auf Meereshöhe in der internationalen Meteorologie viel gebrauchte Formel (unter Berücksichtigung meiner Anmerkung 3 auf Seite 50):

$$b_0 = b_1 + b_1 (10^m - 1), \text{ wo}$$

$$m = \frac{H\left(1 - \frac{3}{8}\,\frac{e}{b_1}\right)}{(18429 + 67{,}5\,t + 0{,}003\,H)\;(1 + 0{,}0026 \cos 2\varphi)} \text{ ist,}$$

1) Aus den dort befindlichen Tabellen wurde diese Korrektion ähnlich wie diejenige auf Seite 42, Anmerkung 1 v. A. gebildet.

ergibt mittels der berichtigten Linz'schen Werte: $b_1 = 740{,}39$ mm (in die Formel wird b_1 mit 740,04 eingeführt, als noch nicht korrigiert wegen der Änderung der Schwere nach geographischer Breite und vertikaler Erhebung) und $H = 242{,}78$ m für b_0 (vollständig korrigiert) den Wert 762,47 mm, oder abgekürzt 762,5 mm. Dieser Wert unterscheidet sich von dem Hann'schen um 0,6 mm, eine für Barometerstände bedeutende Grösse. Jedoch ist er andererseits noch um 0,1 mm grösser als der aus Kapitän Rungs Isobarenkarte abzulesende Wert (siehe Karte Seite 58 vorl. Arbeit).

Reduziert man jetzt noch das Linz'sche Mittel und das Gerling'sche Mittel II auf den Höhenbolzen No. 158 am Physikalischen Institut, so erhält man:

Linz: (1866—80), Meereshöhe 234,171 m über N.-N., wahrer Barometerstand = 741,20 mm

Gerling: (1820—28), Meereshöhe 234,171 m über N.-N., wahrer Barometerstand = 740,98 mm.

Die Übereinstimmung dieser beiden Mittel kann eine sehr gute genannt werden. Um so mehr muss es uns auffallen, dass Linz auf Seite 30 seiner Arbeit in der bereits erwähnten Gegenüberstellung seiner und der Gerling'schen Mittel (und zwar bei letzteren I und II vereinigt), fast durchweg die Gerling'schen Mittel 1—2 mm höher als die seinigen angibt. Da nun, wie wir bereits auf Seite 46 gesehen haben, die Differenz zwischen den Gerling'schen Mitteln I und II (zuvor auf dasselbe Niveau reduziert) ebenfalls nicht gross und noch dazu I kleiner wie II ist, so muss I und II vereinigt kleiner wie das Linz'sche Mittel sein und die von Linz angegebenen Gerling'schen Mittelwerte bleiben erst recht unverständlich. Doch hören wir zunächst Linz selbst auf Seite 14 seiner Arbeit hierüber: „Diese Differenz hat jedenfalls auch ihren Grund in den bereits oben bei der Temperatur erwähnten Mängeln (Wohnungswechsel und zu kurze Beobachtungsperiode), welche ja eben so störend auf Barometerbeobachtungen einwirken.“

In Wirklichkeit sind jedoch die grossen Differenzen überhaupt nicht vorhanden, sondern von Linz selbst erst geschaffen. Linz vergleicht nämlich hier Barometerstände von ganz verschiedenen Meereshöhen miteinander, ohne sie zuvor auf ein gleiches Niveau zu reduzieren, obwohl Höhenunterschiede von mehr als 20 m vorkommen. Er hat die Gerling'schen Mittel I und II, obwohl sie doch ganz verschiedenen Meereshöhen entstammen, einfach arithmetisch nach Massgabe ihrer Beobachtungsjahre vereinigt, wie eine Nachrechnung ergibt. Es ist nämlich das Gerling'sche Mittel I 739,828 dreimal genommen = 2219,484 und das Gerling'sche Mittel II 741,761 neunmal genommen = 6675,849; die Summe der beiden Produkte 8895,333 durch 12 geteilt, ergibt den von Linz, irrtümlich als Gerling'schen, angegebenen Wert von 741,3 mm. Linz hat demnach eine Reduktion der beiden Gerling'schen Mittel I und II (welches doch Barometerstände für verschiedene Seehöhen sind) auf die gleiche Seehöhe vor der arithmetischen Vereinigung nicht vorgenommen, obwohl die Höhendifferenz der beiden Gerling'schen Wohnungen beinahe 20 m beträgt.

Reduziert man zum Schluss das Linz'sche Mittel (noch nicht korrigiert wegen der Schwere = 740,04) auf den Fachbaum am Mühlenwehr, so erhält man 746,02 mm oder mit der Schwerekorrektion versehen 746,37 mm. Setzt man jenen Linz'schen Wert 746,02 in die Kohlrausch'sche Formel zur Berechnung der Meereshöhe ein, so erhält man für den Fachbaum eine Höhe von 175,88 m über den Küsten Frankreichs oder 175,73 m über N.-N. Der Fehler beträgt gegen die abnivellierte Höhe + 1,05 m, also noch einen halben Meter weniger als bei der Zugrundelegung des Gerling'schen Barometermittels. Man kann daher das von Linz aus den Beobachtungen an der meteorologischen Station in den Jahren 1866—1880 abgeleitete Barometermittel für noch zuverlässiger halten, als dasjenige von Gerling. Die noch bleibende Abweichung kann in zwei Ursachen begründet sein. Entweder ist das wahre Barometermittel noch kleiner (bis zu etwa 0,09 mm) als das

berechnete; vielleicht auch die mittlere Jahrestemperatur Marburgs noch nicht recht ermittelt; (eine Bearbeitung der Ablesungen der meteorologischen Station seit dem Jahre 1880 würde daher sehr angebracht sein) oder die Isobaren dürfen in ihrem maritimen und litoralen Verlauf nicht so möglichst ungezwungen, wenigstens nicht für die Stelle von Marburg, fortgesetzt gedacht werden, wie es auf S. 57 von uns geschah.

Lebenslauf.

Am 5. Dezember 1881 wurde ich, Franz Arnold Stützer, katholischer Konfession, als Sohn des Gastwirts J. A. Stützer zu Heyerode (Ober-Eichsfeld) geboren. Den ersten Unterricht erhielt ich in der Volksschule meines Heimatsortes. Ostern 1893 wurde ich in die Quinta des Königlichen Gymnasiums zu Heiligenstadt aufgenommen, welches ich Ostern 1901 mit dem Zeugnis der Reife verliess, um Mathematik und Naturwissenschaften zu studieren. Zunächst studierte ich je ein Semester in Marburg, Berlin und München, um alsdann Herbst 1902 nach Marburg zurückzukehren. Das Examen rigorosum bestand ich am 19. Juli 1905.

Meine akademischen Lehrer waren:

in Berlin:

v. Bezold, Frobenius, van't Hoff, Jahn, Landau, Lehmann-Filhés, Schwarz, v. Wesendonk.

in München:

Göttler, Krummacher, Lindemann, v. Mayr, Röntgen, Ritter v. Weber.

in Marburg:

Cohen, v. Dalwigk, Elster, Feussner, Fischer, Haselhoff, Hensel, Hess †, Kayser, Kühnemann, Natorp, Oldenberg, Oestreich, Richarz, Schottky, Schulze, Sieveking, Tröltsch, Tuczek.

Ihnen allen spreche ich meinen ehrerbietigsten Dank aus.

Zu besonderem Danke bin ich verpflichtet meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Prof. Dr. F. Richarz, der mich zu der vorliegenden Arbeit angeregt und bei der Ausführung derselben in liebenswürdigster Weise unterstützt hat, und Herrn Geheimrat Dr. Th. Fischer, der sich um Beschaffung des Materiales zum ersten Teil der Arbeit besonders verdient gemacht hat und die Arbeit mit dem wohlwollendsten Interesse verfolgte.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

QC901
58
186976
Stützer